



МАТЕРІАЛИ **XIII Міжнародної** **науково-технічної конференції** **“ABIA-2017”**

19-21 квітня

Київ 2017

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національне космічне агентство України
Національний авіаційний університет
ДП «АНТОНОВ»
Національна Академія Авіації ЗАТ «Азербайджан Хава Йоллари»,
Азербайджан
Грузинський авіаційний університет, Грузія
Міжнародний університет логістики і транспорту у Вроцлаві, Польща
Польсько-український дослідний інститут, Польща
Технологічний університет Нінгбо, Китай
Коледж економіки та менеджменту Технологічного університету
Нінгбо, Китай
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, Литва
Нанчангський авіаційний університет, Китай

МАТЕРІАЛИ

ХІІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АВІА-2017”

19-21 квітня

Київ 2017

ЗМІСТ

1. Захист цивільної авіації від кіберзагроз
2. Інформаційні системи та технології в авіаційній галузі
3. Автоматизовані системи управління технологічними процесами та рухомими об'єктами
4. Електротехнічні та світлотехнічні системи і комплекси
5. Методи та засоби технічної та медичної діагностики
6. Комп'ютерні системи
7. Математичне моделювання та чисельні методи
8. Англійська мова в науці та техніці: виклики сучасності
9. Управління складними системами
10. Електроніка
11. Організація повітряного руху, людський чинник в авіації
12. Системи зв'язку, навігації та спостереження
13. Імплементация безпілотних літальних апаратів в пілотований аеронавігаційний простір
14. Авіаційні телекомунікаційні системи
15. Авіаційні радіоелектронні системи та комплекси
16. Стан та перспективи розвитку авіоніки
17. Сучасні технології підтримки льотної придатності повітряних суден
18. Автоматизація та енергозбереження на транспорті
19. Триботехнології та втомна міцність в авіаційній техніці
20. Енергетичні установки
21. Аеропорти та сучасні аеропортові технології
22. Аеродинаміка та безпека польотів
23. Міське, промислове, цивільне та транспортне будівництво
24. Дизайн архітектурного середовища
25. Біотехнологія в авіації
26. Дистанційні аерокосмічні дослідження
27. Хімічна технологія та інженерія
28. Авіаційна хімотологія та захист довкілля
29. Землеустрій, кадастр та моніторинг земель
30. Авіаційні транспортні технології
31. Менеджмент
32. Авіатransпортна логістика
33. Трансформація журналістики в контексті технологізації світу і процесів глобалізації
34. Україна на світовому ринку авіаційних послуг
35. Інформаційно-правові засади міжнародних відносин
36. Правове забезпечення єдиного повітряного простору
37. Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі
38. Психологія безпечної експлуатації авіаційного транспорту
39. Людиномірність авіації в глобалізованому світі
40. Стратегії ІКАО в області безпеки авіації

CONTENTS

1. Захист цивільної авіації від кіберзагроз

<i>І.А. Терейковський, Л.О. Терейковська, Б.Б. Ахметов</i> Адаптація багатопарового перцептрону до умов застосування в системах голосової аутентифікації	1.1
<i>І.В. Степаненко, І.Л. Лозінський, В.М. Кінзерявий</i> Обфускаційний метод захисту коду програм	1.5
<i>Ю.Б. Коваленко, М.В. Бурлака, Л.П. Рибалка</i> Методи пошукової оптимізації сайту	1.8
<i>К.С. Безверха</i> Підвищення ефективності SSL сертифікатів шляхом вдосконалення геш-функції	1.12
<i>О.Г. Korchenko, І.А. Tereykovsky, Y.S. Kosyuk</i> Method for evaluating the efficiency of devices with infrasound impact on the computer equipment functioning	1.15
<i>В.А. Швець, В.С. Фесенко, А.В. Швець, А.С. Фесенко, В.В. Швець</i> Использование преобразования Фурье в аутентификации по радужной оболочке глаза	1.20
<i>А.В. Гальченко, С.В. Чопоров</i> Перспективи використання заперечуваного шифрування в галузі авіаперевезень	1.24
<i>В.Г. Кононович, М.Г. Романюков, І.В. Кононович</i> Основні контури програмно-технічного забезпечення інформаційної безпеки держави	1.29
<i>В.О. Хорошко, І.С. Грищенко</i> Принципи побудови системи захисту інформації в автоматизованих системах	1.33
<i>Д.В. Баранник, Р.В. Тарнополов, О.В. Супрун, К.В. Яливець</i> Метод селекции значимых структурных единиц видеокadra для кодирования видеоданных	1.36
<i>В.В. Баранник, С.А. Подлесный, Т.В. Беликова, А.В. Хаханова</i> Способ повышения целостности и доступности видеоконтента в условиях проведения кибернетических атак	1.40
<i>В.В. Баранник, Д.Е. Окладной, С.Ю. Стасев, Д. Медведев</i> Метод кодового разделения каналов связи, в современных системах широкополосной связи, на основе систем с неравномерными весовыми коэффициентами	1.44
<i>Г. Гуцал, Т. Паращук, А. Гизун</i> Обусловленность использования иммунологических подходов в системах физической защиты от несанкционированного доступа	1.48

1.В.В. Баранник, С.С. Шульгин, И.М. Тупица Двухиерархическая схема статистического кодирования с кластеризацией для повышения безопасности информационного ресурса	1.52
---	------

2. Інформаційні системи та технології в авіаційній галузі

П.М. Павленко, Ю.В. Власенко, Т.М. Захарчук, Д.А. Свириденко Інформаційна технологія управління процесом 3D-моделювання проектного бюро підприємства	2.1
Ю.М. Тесля, Ю.Л. Хлевна, М.О. Мостопалова Застосування мета-методології управління проектами в авіабудуванні	2.4
В.В. Трейтяк, Д.П. Бараннік Технологія прийняття проектних та виробничих рішень на етапі технічної підготовки виробництва	2.8
Г.А. Вірченко, В.В. Вірченко Застосування комп'ютерних інформаційних технологій у навчанні бакалаврів і магістрів спеціальності «Авіаційна та ракетно- космічна техніка»	2.13
А.Г. Сергеев Имплементация симуляторов бортовых авиационных систем	2.16
Ж.Б. Элов Распределенные вычисления в зоне Tas-Ix	2.21
Т.О. Прокопенко Прийняття стратегічних рішень при побудові інформаційних технологій управління в авіаційній галузі	2.24
А.К. Шевченко, П.О. Приставка Оптимізація обробки цифрового зображення з використанням технології ARM_NEON	2.27
А.В. Чирков, П.О. Приставка Оптимізація способу перебору локальних областей алгоритму пошуку підозрілих об'єктів на відео на основі аналізу гістограм	2.30
И.А. Юрчук, А.Г. Пискунов, Л.В. Белянская Об одной реализации алгоритма центрального проецирования прямоугольника на плоскость	2.33
С.О. Зайцев, А.С. Левицкий, Л.И. Баляцук Гібридні волоконно-оптичні вимірювачі фізичних параметрів літальних апаратів	2.37
В.М. Краснощок, Я.І. Шестак Інформаційні системи і технології захисту авіаперевезень	2.40

<i>С.Г. Вірченко</i> Комп'ютерне динамічне формоутворення поверхні крила літака	2.45
<i>Ю. В. Трач</i> Віртуальна реальність як перспективна технологія XXI ст.	2.50
<i>В.Ю. Кудряков</i> Організація промислового виробництва на базі кіберфізичних систем. Перспективи розвитку	2.55
<i>Volodymyr Temnikov, Andrii Temnikov</i> Building information systems for decision support in airport control services	2.59
<i>Р.А. Тараненко</i> Якість інформації: формальні методи, Big Data - від інформаційних технологій до інтелектуальних технологій знань	2.62
<i>Г.Л. Баранов, О.М. Прохоренко</i> Гарантоване адаптивне управління технологічними процесами та рухом транспортних засобів	2.65

3. Автоматизовані системи управління технологічними процесами та рухомими об'єктами

<i>A A.Ziganshin, V M.Sineglazov</i> Measurement system for vertical axis wind turbine	3.1
<i>H.B. Mirzokulov, B.U. Akmuradov</i> Developing model for traffic classification with DPI technologies	3.5
<i>S.P. Borsuk, I.V. Krivenko</i> Augmented reality as a learning medium	3.10
<i>M.P. Mukhina, A.P. Prymak, A.M. Babeniuk</i> Marginalized particle filter of UAV navigation data	3.13
<i>I.Yu. Sergeyev</i> Measurement converter which uses an iteratively integrating conversion method	3.18
<i>A.K. Ablesimov</i> Normalized indirect indicators of the quality of automatic control systems	3.24
<i>A.P. Kozlov, V.R. Mykolaichuk</i> Airborne measuring device of centrifugal aircraft accelerations	3.30
<i>Н.С. Ащепкова</i> Система керування моделлю транспортного робота	3.34
<i>В.С. Богусhevський, О.А. Антонець</i> Визначення дефектів у виливках на гнучкій автоматичній ділянці лиття під тиском	3.37
<i>В.С. Богусhevський, М.В. Каленчук</i> Автоматизована система управління конвертерної плавки	3.40

<i>М.С. Воропаєв</i> Модель поширення шкідливих речовин в промислових приміщеннях	3.45
<i>Л. С. Гладка, А. П. Козлов</i> Паливовимірювальна система підвищеної точності сучасного літака	3.48
<i>Е.И. Чумаченко, И.В. Роцинский</i> Интеллектуальная мобильная информационная система пассажиров метрополитена	3.50
<i>В.М. Синеглазов, М.П. Василенко</i> Вітроенергетична установка з поворотними лопатями комбінованого ротора	3.53
<i>О.В. Петрученко, А.М. Сільвестров, О.М. Скринник</i> Ідентифікація просторового розподілу механічних напруг плівки в процесі її рулонування	3.58
<i>А.М. Коваль, В.С. Голодюк</i> Система автоматизованого керування приводом похилого дифузійного апарата	3.62
<i>И.М. Сайдумаров</i> Способ дистанционной диагностики оборудования воздушного судна	3.66
<i>В.М. Синеглазов, Є.В. Даскал</i> Автоматизована інформаційна система виклику автокарів	3.70
<i>Н.Ф. Тупицин</i> Приближенный расчет параметров устройства посадки БЛА на трос	3.75
<i>М. К. Філяшкін</i> Виставка, калібрування та обробка інформації інерціальних датчиків	3.79

4. Електротехнічні та світлотехнічні системи і комплекси

<i>В.В. Михайленко, Р.О. Рокицький, А.М. Панченко, Ю.С. Язенов, В.С. Ярош</i> Дослідження електромагнітних процесів у перетворювачі з семизонним регулюванням вихідної напруги	4.1
<i>Ю.Г. Ведміцький</i> Рівняння руху узагальненого електричного кола з урахуванням явища гіпервалентної взаємодії	4.4
<i>О.О. Закладний, В.В. Прокопенко, Є.Г. Брижіцький</i> Контроль енергоефективності як елемент побудови системи енергоменеджменту	4.9

<i>А.В. Муравьев</i> Компенсация влияния эксплуатационных факторов на качество работы оптико-электронных приборов аэрокосмического назначения	4.15
<i>Л.В. Кузьмич, Ю.С. Цехмайстрок</i> Сучасний стан вимірювання механічних деформацій складних технічних систем	4.19
<i>V.V. Kovalchuk Habil, N.G. Serbov, L.B. Kovalenko, O.V. Tsurkan</i> Optical System with Quantum Dimensional Elements	4.24
<i>О.О. Шелуха</i> Автоматизований супровід об'єктів в оптико-механічних системах	4.27
<i>М. Ostroverkhov, V. Pyzhov, D. Kozak</i> Vector control system of field regulated reluctance machine	4.31
<i>М.С. Граф</i> Прийняття рішень в системі керування безпілотним повітряним судном	4.36
<i>Ю.Б. Коваленко, Л.П. Рибалка, М.В. Бурлака</i> Аналіз методів зберігання, пошуку та структурування інформації	4.39
<i>М.Я. Островерхов, М.П. Бурик, к.т.н., В.Є. Гриценко,</i> Робастна система регулювання напорі відцентрового насоса	4.43
<i>С.С. Дев'яткіна</i> Проблеми визначення експлуатаційного мінімуму аеродрому цивільної авіації	4.48
<i>С.В. Романов</i> Аналіз точності визначення механічних напружень при впровадженні концепції «теча перед руйнуванням» на ядерних енергетичних установках з реакторами ВВЕР	4.51
<i>С.В. Єгоров</i> Аналіз теоретичних моделей відмов, що використовуються для планування випробувань і оцінки показників надійності радіоелектронних систем	4.55
<i>V.V. Kovalchuk Habil, N.G. Serbov, L.B. Kovalenko, O.V. Tsurkan</i> Optical System with Quantum Dimensional Elements	4.61
<i>В.В. Ковальчук, Л.В. Долинская, Г.В. Яценко-Мочалкова</i> Створення нових носіїв інформації шляхом нанокластерного модифікування фаз речовини	4.64
<i>В.В. Ковальчук, М.В.Сморж</i> Розподіл температурних полів шляхом моделювання	4.67

5. Методи та засоби технічної та медичної діагностики

<i>И.П. Белокур, О.В. Радько, В.Б Мельник, Н.А. Науменко</i> Неразрушающий контроль деградации материала металлоконструкций	5.1
---	-----

<i>І.В. Васильченко, О.Б. Іванець</i> Проблеми захисту медичних інформаційних систем	5.9
<i>Г.В. Гнатюк</i> Вплив фізичного навантаження на ритм серця при адаптації до умов Антарктики	5.13
<i>В.Ф. Граняк, В.В. Кухарчук</i> Безконтактний метод діагностування полюсних обмоток ротора тихохідних електричних машин на основі використання ефекту температурного згасання люмінофору	5.16
<i>О.В. Дергунов, А.Р. Деменко, А.В. Залевська, К.В. Фостенко</i> Випробування гвинтомоторної установки легких безпілотних повітряних суден	5.21
<i>О.А. Драч</i> Методи викликаних потенціалів для оцінювання мозку новонароджених	5.24
<i>А.В. Коваль</i> Розробка інформаційної моделі для забезпечення медичної сертифікації пілотів	5.28
<i>И.М. Сайдумаров</i> Способ дистанционной диагностики оборудования воздушного судна	5.31
<i>К.О. Тишковець, А.Д. Гордєєв</i> Створення автоматизованого оцінювання психічного стану операторів екстремальних видів діяльності	5.35
<i>С.Ф. Филоненко, О.В. Зарицкий, Б.И. Аникиенко</i> Контроль неравномерности свойств обрабатываемого композита на акустическую эмиссию	5.39

6. Комп'ютерні системи

<i>Н.В. Mirzokulov, В. Akmuradov</i> Developing model for traffic classification with DPI technologies	6.1
<i>T. Shmelova, D. Kuchero, Yu.N. Kovalyov, O.S. Sechko, M.V. Vasylyev,</i> Algorithm of human's emotional diagnosing and monitoring	6.6
<i>I.A. Zhukov, N.K. Pechurin, L.P. Kondratova, S.N. Pechurin</i> UAV computer network balancing	6.12
<i>Р.П. Абдурахманов, С.М. Шукурова</i> Исследование влияния свойств мультимедийного трафика на характеристики мультисервисной сети при различных дисциплинах обслуживания	6.15
<i>Є.Б. Артамонов</i> Метод оцінювання матеріалів електронного навчального курсу за ознакою можливості адаптивності	6.22

<i>Є.І. Безвершенко, М.М. Гузій, А.Г. Лупеченков</i> Методи виявлення аномалій трафіку комп'ютерної мережі	6.29
<i>А.О. Длужевський, С.О. Петренко</i> Метод автоматичного підбору способу корекції зображення в системах відеоспостереження	6.33
<i>Р.В. Зюбіна, П.О. Кудринський</i> Організація системи захисту інформації в мережах ZigBee	6.37
<i>Х.Б. Мирзокулов, Б. Акмурадов</i> Основы моделирования и симуляция систем связи в среде Anylogic	6.42
<i>О.С. Моїсейкін, В.В. Клобуков, О.С. Зиков</i> Оптимізація текстово-графічних даних з застосуванням алгоритму Брезенхема	6.46
<i>Р.Ю. Омельченко</i> Використання програмного продукту Zabbix при побудові систем моніторингу мереж зв'язку	6.50
<i>М.М. Орлова, І.В. Мосійчук</i> Модифікований алгоритм пошуку найкоротших маршрутів передачі інформації в однорангових мережах	6.53
<i>С.Л. Рзаєва, Д.О. Рзаєв</i> Інформаційна безпека електронних платіжних систем	6.58
<i>Ю.П. Чаплінський, О.В. Субботіна</i> Контекст та шари розгляду онтології прийняття рішень	6.61
7. Математичне моделювання та чисельні методи	
<i>В.П. Денисюк, Л.В. Рибачук, В.О. Денисюк, Г.А. Савчук</i> Про деякі множники абелевських методів узагальненого підсумовування тригонометричних рядів	7.1
<i>В.П. Денисюк, Л.В. Рибачук, В.О. Денисюк, Г.А. Савчук</i> Про дискретні моделі аналогових сигналів	7.4
<i>Н.М. Глазунов</i> Простые числа, их распознавание и поиск	7.7
<i>Петр В. Лукьянов</i> BVI-шум крылообразной лопасти ротора вертолёта	7.11
<i>Павел В. Лукьянов</i> Универсальная модель компактного вихря и её применение для компактных квазивинтовых потоков	7.16
<i>В.Р. Maslov</i> Modelling of long-term strength and reliability of viscoelastic composites	7.22

<i>В.В. Митюков</i> Универсальный вычислительный алгоритм для задач гладкого приближения дискретных данных	7.27
<i>И.В. Павелко</i> Перспективный метод аналитического предсказания ударостойкости композита	7.31
<i>К.В. Терещенко</i> Моделирование синхронного генератора с ПИД-регулятором в среде Matlab R2016b	7.36
<i>В.З. Грищак, С.В. Чопоров, Д. В. Акимов</i> Модель напряженно-деформированного состояния тонкостенных конструкций ракетной техники с учетом температурных деформаций	7.41
<i>О.Г. Гоман, В.О. Катан, В.Ю.Клим</i> Математичне моделювання задач аерогідродинаміки із застосуванням невластних інтегралів за адамаром	7.46
<i>A. Antonova</i> On existence of limit cycle in business cycle model with only floor in induced investment	7.49
<i>П.П. Барышовец</i> О локально конечных ненильпотентных группах с дополняемыми неабелевыми подгруппами	7.53
<i>О.В. Каруну</i> Про деякі узагальнення теореми типу Келлога для локальних гельдерових модулів гладкості	7.57
<i>Т.А. Олешко</i> Деякі дидактичні та методичні аспекти викладання лінійної алгебри студентам НН ІКТ в рамках Програми “Вища освіта іноземною мовою”	7.62
<i>В.В. Пахненко</i> Про особливості викладання аналітичної геометрії студентам НН ІАН в рамках програма «Вища освіта іноземною мовою»	7.66
<i>А.В. Зуев, В.Г. Демидко, А.А., Мусиенко</i> Оценка надежности наземных средств аэронавигации	7.70
<i>М.П. Волоха</i> Адаптована агентна імітаційна модель технологічних процесів і технічних засобів вирощування буряків цукрових	7.73
<i>О.Ю. Башинская</i> Моделирование пластических деформаций бетона с учётом термоползучести	7.82

<i>Б. Д. Халмуратов</i> Розрахунок можливих екологічно-шкідливих викидів в атмосферу із резервуарів з залишками нафтопродуктів	7.87
<i>О.Г. Чолишкіна, Б.І. Мартюк</i> Дослідження похідних лінійної комбінацій в-сплайнів п'ятого порядку	7.94
<i>П.О. Приставка, Б.І. Мартюк</i> <i>(Національний Авіаційний Університет, Україна)</i> Пошук об'єктів за допомогою детекторів особливих точок на основі сплайн-моделі зображення	7.99
<i>С. В. Серебрякова</i> Визначення кількості викликів циклічної системи обслуговування	7.104
<i>Л.О. Чуб, Г.Є. Чуб</i> Математичний процес розмноження мікроорганізмів	7.108
<i>A.V.Vishnevsky</i> Radiation Patterns Modeling For Metallic Square Frustum With 500MHz Electric Dipole Antenna Using Method Of Moments	7.111
<i>К.В. Бунас</i> Модель двухконтурного регулятора постоянного тока в matlab	7.116
<i>О.Д. Глухов</i> Про число малих розрізів у 3-реберно зв'язних графах	7.120
<i>Ю.Р. Оленюк, І.Ю. Оленюк</i> Проектування моделі повітряного судна із використанням розгортної поверхні відображення	7.123

8. Англійська мова в науці та техніці: виклики сучасності

<i>Бистрова Богдана Василівна</i> Загальні підходи до реформування системи вищої освіти в галузі підготовки бакалаврів з кібербезпеки в США	8.1
<i>О.М. Васюкович</i> Характеристика англомовної складової радіообміну між диспетчером та екіпажем через лінгвістичні особливості	8.3
<i>Гулько Любов Олександрівна</i> Іншомовна підготовка студентів нефілологічних спеціальностей в університетах України	8.7
<i>Н.Л. Дробышева</i> Категориальные аспекты структуры специальной лексики	8.10
<i>Н.С. Зелінська</i> Розвиток компетентностей під час занять з іноземних мов у вищих навчальних закладах як запорука успіху майбутнього спеціаліста	8.13

<i>Л.П. Король</i> Вимоги до знань, вмінь та навичок інженерів бакалаврів Нонс у Великобританії	8.16
<i>Т.П. Кучай</i> Значення іноземної мови у підготовці майбутніх фахівців у сфері авіації	8.19
<i>К.В. Суркова, М.Є. Ломакина</i> Кібернетичний підхід до мовної підготовки майбутніх авіадиспетчерів	8.22
<i>Л.С. Немлій</i> Технологія реалізації структурно-комплексної моделі формування педагогічної компетентності майбутнього диспетчера-інструктора управління повітряним рухом	8.26
<i>N. Pazyura</i> Materials for Teaching Languages for Specific Purposes	8.30
<i>L.A. Snigur</i> English as the International Language of Science	8.33
<i>О.О. Спіркіна</i> Політкоректна лексика як необхідний елемент комунікації у сучасному світі: класифікація та способи утворення	8.36
<i>Т.М. Фурсенко</i> Усунення мовного бар'єру як фактор вдосконалення актуарної освіти	8.39
<i>О.Р. Shatska</i> Teacher's training in China	8.44

9. Управління складними системами

<i>O.A. Sushchenko, Y.V. Beliavtsev</i> Mathematical Model of Biaxial Stabilized Platform with Vehicle Equipment	9.1
<i>Н.И. Делас</i> Предельно гиперболический закон и степенные распределения в сложных системах	9.5
<i>М.П. Дивнич</i> Лазерний доплерівський анемометр з компенсацією постійної складової сигналу	9.9
<i>Т.А. Галагуз, Б.Р. Зінченко, О.В. Малишкін</i> Застосування концепції штучного інтелекту у системі прийняття рішення на зліт	9.13
<i>V.V. Kyrychenko, N.V. Purdik, A.O. Zasikan</i> The inversion of dynamic systems in problems of information protection	9.16

<i>N.V. Ovcharchyn, A.M. Klipa</i> Image stabilization in IoT devices on the example of Android smartphone	9.19
<i>Т.Д. Элмурадов, З.З. Шамсиев</i> Рекомендации по применению процедурного ОВД при условии РЛК в районе ответственности диспетчерского пункта	9.23
<i>А.І. Незенко, В.Г. Вірченко, О.В. Білик, С.О. Козлов</i> Процесний підхід до управління формуванням геометричних параметрів літака	9.27
<i>Н.Д. Новицька</i> Аналіз впливу усунення завад на точність вимірювального каналу	9.32
<i>О.А. Сущенко, В.О. Голіцин</i> Разработка фильтра для барометричного датчика высоты беспилотных летательных аппаратов	9.37
<i>Ye.A.Gayev, K.Khavray, A.Skoroded, A.Linnick, O.Boiko, D.Malinina, A.Baboriga, M.Borosentsev, P.Karengin, V.Kalmykov, A.Rychik, Yu.Simakin, T.Pruss</i> Digital Laboratory of Information Processes Theory: an innovative educational approach	9.42
<i>А.В. Петренко</i> Балансировка металлического резонатора вибрационного гироскопа	9.46
<i>V.N. Azarskov, L.N. Blokhin, A.Yu. Kurganskyi, G.I. Rudyuk</i> Analytic Design of the Optimum Control System for Five-Degree-of-Freedom Stand Simulator of the Spacecraft Motion	9.51

10. Електроніка

<i>І.Ф. Бойко, Є.С. Іваницький</i> Проблеми обчислення коефіцієнтів Фур'є при стохастичному аналізі нелінійних систем	10.1
<i>О.М.Ключко, Т.В. П'ятчаніна, М.Г.Мазур</i> Огляд деяких математичних методів у дослідженні онкологічної патології	10.6
<i>О.М. Ключко</i> Вирішення окремих задач у галузі інформаційної безпеки: біофізичний підхід	10.11
<i>А.С. Кобець</i> Безпека систем IoT	10.16
<i>В.І. Копинець</i> Створення університетського сайту	10.19

<i>O.S. Melnyk, D.G. Korablyov</i> Model of single-electron nanotransistor for computer-aided design	10.22
<i>A. В. Нікітчук, Б.М. Уваров</i> Оптимізація показників надійності структурно-конструктивних модулів першого та другого рівня	10.27
<i>В.О. Козаревич, С.В. Панін</i> Вимір характеристик світлодіодів в інтегруючій півсфері	10.30
<i>О.О. Тризна, В.О. Лацапньов, Б.А. Чебукін</i> Шляхи оптимізації функціонування технічного обслуговування систем повітряних даних магістральних літаків	10.34
<i>О.М. Ключко, А.В. Харков, М.В. Остапенко</i> Молекулярна електроніка - технологія майбутнього	10.38
<i>О.М. Ключко, М.В. Остапенко, А.В. Харков</i> Нанопам'ять та деякі механізми її функціонування	10.42
<i>Т.В. Бородій, Е.Г. Азнакаєв, І.А. Яковенко</i> Розробка пасивного акустичного наносенсора	10.45
<i>А.С. Піджаренко</i> Просування університетського сайту кафедри електроніки	10.50

11. Організація повітряного руху, людський чинник в авіації

<i>А.В. Землянский, Н.А. Сало, С.В. Лавринов</i> Анализ критериев автоматической фиксации нарушений в моделирующем комплексе Fusion	11.1
<i>В.А. Лісовський</i> Автоматизована система відбору та тренування спеціалістів з обліку повітряного руху	11.4
<i>З.В. Машарский</i> Перспективы развития аэронавигации в Республике Беларусь	11.9
<i>Н.А. Сало, В.С. Сторчак, В.С. Мажаров</i> Разработка модели полета воздушного судна после столкновения с птицами для тренажера авиадиспетчеров	11.15
<i>Н.А. Сало, А.В. Землянский</i> Анализ своевременности принятия решений при парировании потенциально-конфликтных ситуаций	11.19
<i>А.В. Землянский, Н.А. Сало</i> Анализ применения цифрового канала пилот-диспетчер в тренажере авиадиспетчеров	11.23
<i>А.І. Трикіло, К.А. Ключко, В.О. Устименко, А.В. Бідун</i> Підвищення якості діагностування функціонального стану людини	11.28

<i>Д.О. Черняк, А.В. Землянський</i> Вибір метода розв'язання потенційно конфліктної ситуації по наздоганянню у вертикальній площині	11.33
<i>В.В. Шишаков, Т.Ф. Шмельова</i> Системний аналіз факторів, що впливають на діяльність недетермінованої підсистеми “Екіпаж – Повітряне судно”	11.36
<i>S.M. Kredentsar, M.I. Yastrub</i> Methodology of definition of the architecture of Ukrainian air traffic management system within sesar programme	11.41
<i>Djakhangir Islamov</i> Why pilots don't want to go around?	11.44
<i>V. Kharchenko, T.F. Shmelova, V.S. Zubrytskyi</i> Decision making in air navigation system as a socio-technical system	11.48
<i>T. Shmelova, M. Mirskova, D.Krepak</i> Decision making in emergency situation of air navigation system's operator	11.53
<i>Tetiana Shmelova, Olena Shostak</i> Stability of aviation ergatic system in terms of LOSA	11.59
<i>Yu. V. Sikirda, D.O. Tkachenko</i> Evaluation of the organizational factors influence on flight safety in air traffic control	11.64

12. Системи зв'язку, навігації та спостереження

<i>S. Ihnytska, V. Kondratiuk</i> Regulatory and legal aspects analysis of PBN implementation in Ukraine	12.1
<i>В.П. Косова</i> Экспериментальные исследования влияния вибрации основания на динамическое состояние гироскопического датчика угловых скоростей типа ДУСУ	12.11
<i>В.П. Косова</i> Формирования многокомпонентной поступательной и эллиптической вибраций	12.15
<i>O.V. Shefer</i> The analyses of plasma's influence factors on the satellite telecommunications noise immune	12.19
<i>V. Konin, F.Shyshkov, O. Pogurelskiy</i> Use of GNSS for autonomous navigation on medium Earth orbits	12.25

<i>T. Shmelova, A. Konovalova,</i> Decision making of ATCO in emergency situation “aircraft decompression”	12.30
<i>И.В. Остроумов, К.М. Низяева</i> Расчёт точности дальномерного оборудования DME для определённой высоты полёта и геометрии взаимного расположения	12.35
<i>И.В. Остроумов, О.О.Ковальчук, А.М. Гавриленко, С.М. Ворожбит</i> Розрахунок зони дії радіолокаційних станцій та оцінювання точнісних характеристик	12.40
<i>О.А. Асафтей</i> Способы формирования в наземных условиях акустического излучения летательных аппаратов с помощью динамической роторной сирены	12.45
<i>О.А. Асафтей</i> Функции модуляции однороторной пневматической сирены	12.49
<i>В.А. Швец, А. В. Швец, В.В. Швец</i> Импульсная характеристика пространственного фильтра как аналог корреляционной матрицы помехи в адаптивной антенной решетке навигационных систем GPS, ГЛОНАСС, GALILEO	12.53
<i>Э.А. Ковалевский, М. Кондратюк</i> Локация источника излучения тремя пеленгаторами	12.56
<i>Э.А. Ковалевский</i> Исследование способа пеленгации с цифровой антенной решеткой	12.60
<i>L.Blahaiia, K. Blizhnikova, I. Orel</i> Solution of the problem of capacity in modern airports with the introduction of circular runways	12.65
<i>В.Ю. Шибецкий, С.В. Фесенко</i> Точність позиціонування інерціальних приладів навігації у високочастотних акустичних полях	12.69
<i>В.В. Конін, О.С. Погурельський, Ф.О. Шишков</i> Методика моніторингу характеристик EGNOS із застосуванням програмного забезпечення PEGASUS	12.72
<i>І.В. Остроумов, Т.Л. Малютенко</i> Вимірювання прискорення та розрахунок швидкості рухомого об’єкта і пройденого шляху	12.77
<i>Н.С. Кузьменко</i> Розрахунок метрики класів польотних ситуацій безпілотної літального апарату	12.82

13. Імплементація безпілотних літальних апаратів в пілотований аеронавігаційний простір

<i>T. Shmelova, O. Shulimov</i> Method of determination of optimal place of landing for remotely piloted aircraft	13.1
<i>T. Shmelova, D. Bondarev</i> The algorithm of air traffic controller actions in case of unmanned aircraft vehicles's emergency situations	13.6
<i>Т.Ф. Шмельова, В.В.Смратій</i> Розроблення бази даних розподіленої системи управління дистанційно пілотованими повітряними суднами	13.10
<i>О.О. Нахаба</i> Оптимізація структурних компонентів перспективних літальних апаратів майбутнього на основі нового прототипу плазмового контейнера для високотемпературної плазми сферичної форми, а саме на основі «радіальної електромагнітосфери»	13.15
<i>О.О. Нахаба</i> Мультироторні конвертоплани дископодібного та літакового типу із полікоптерним алгоритмом керування польотом, як нові модифікації полікоптерного флєєру НАУ ПКФ «Аврора»	13.20
<i>В.І. Чепіженко, І.І. Скірда</i> Управління групою безпілотних повітряних суден	13.27
<i>С.А. Ясенко</i> Підходи до укладання класифікацій безпілотних авіаційних систем в процесі створення нормативної бази	13.31
<i>В.Ю. Ларин, профессор</i> Аспекты создания механизма управления беспилотными летательными аппаратами на VLL уровне	13.37

14. Авіаційні телекомунікаційні системи

<i>Д.І. Бахтіяров, О.Ю. Лавриненко, Г.Ф. Конахович</i> Моделювання динаміки польоту БПЛА для оцінки впливу затримки сигналу при використанні криптографічної системи захисту	14.1
<i>Д.І. Бахтіяров, А.О. Гуменна</i> Алгоритми електронного цифрового підпису	14.6
<i>Р.Г. Закиров</i> Дистанционная диагностика систем воздушного судна при помощи инфракрасной линии связи	14.10
<i>Р.С. Одарченко, Д.Д. Вергелес</i> Вибір параметрів широкосмугових сигналів для систем тропосферного зв'язку спеціального призначення	14.15

<i>Р.С. Одарченко, А.О. Абакумова</i>	14.19
Аналіз основних вимог до транспортної мережі нового покоління	
<i>М.М. Книженко, К.Л. Патрикей, О.Ю. Скульська, Р. С. Одарченко</i>	14.24
Оцінка ефективності сучасних стільникових мереж	
<i>О. Ю. Пузиренко</i>	14.27
Цифрове мовлення з використанням стеганографічних систем у мережі авіаційного електрозв'язку	
<i>В.В. Пунейко, З.Н. Кудиненко, В.І. Близнюк</i>	14.32
Марківські випадкові процеси в задачах комп'ютерного моделювання злому та несправності телекомунікаційних систем	
<i>Є.П. Яременко, В.М. Моторний, О.П. Ткаліч, к.т.н.</i>	14.37
Класифікація типів шифрування для бездротових систем зв'язку	

15. Авіаційні радіоелектронні системи та комплекси

<i>О.В. Zuiiev, А.О. Gumenna</i>	15.1
Communication aids maintenance systems modernization	
<i>Г.Е. Соколов</i>	15.5
Моделирование радиолучевого охранного локатора	
<i>І.Г. Прокопенко, С.В. Мігель</i>	15.10
Автоматизація проектування систем цифрового оброблення сигналів	
<i>І.Г. Прокопенко, Ю.М. Хмелько, Ю.В. Петрова, М.Є. Самойленко</i>	15.15
Алгоритми стабілізації помилок першого роду в задачах двоохальтернативної перевірки гіпотез	
<i>С.В. Мігель, М.С. Сеньків</i>	15.20
Аналіз вмісту голосового повідомлення по його спектрограмі	

16. Стан та перспективи розвитку авіоніки

<i>Т.С. Герасименко, А.О. Мусієнко</i>	16.1
Процедури обробки даних в радіолокаційних системах	
<i>В.М. Землянський</i>	16.4
Нове покоління лазерних датчиків синфазного прийому доплерівських сигналів при багатохвильовому зондуванні	
<i>О.Г. Ситник, М.С. Казанцева</i>	16.7
Принципы формирования типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений формирования полетной информации	
<i>А. Аль-Амморі, А.С. Клочан</i>	16.12
Принцип роботи блоку вимірювання поляриметричної навігаційної системи	

<i>Ю.В. Грищенко, А.С. Ковальова</i> Оптимізація виконання процедур льотної експлуатації при виникненні особливих польотних ситуацій	16.17
<i>А.Г. Ситник, Л.М. Ситнянських</i> Екомоніторинг повітряного простору навколишнього середовища за допомогою БПЛА	16.22
<i>Д.В. Смолич, М.Е. Кіреєв, О.О. Шпилька</i> Спектральний метод оцінки ухилів та рівностей покриття аеродромних конструкцій	16.26
<i>О.Г. Сытник, А.С. Кундря,</i> Формирование моделей цветового восприятия цифрового изображения полётной информации с учётом обстоятельств влияния внутренней и внешней среды.	16.30
<i>О.О. Тризна, В.О. Лацапнёв, Б.А. Чебукін</i> Аналіз використання системи повітряних даних SmartProbe™	16.36
<i>О.О. Чужа, А.Д. Смик, Д.О. Бухтояров</i> Датчики технічного зору в системах попередження зіткнень	16.41

17. Сучасні технології підтримки льотної придатності повітряних суден

<i>С.А. Дмитриев, В.И. Булаков, А.В. Попов, Д.В. Попов</i> Система обеспечения качества технического обслуживания авиационной техники	17.1
<i>V.A. Kasianov, A.V. Goncharenko</i> Subjective entropy approach applicability to aeronautical engineering operational problems	17.5
<i>A.V. Goncharenko</i> Human factor aspect applicably to aeronautical engineering maintenance	17.9
<i>Р.М.Салимов, С.М.Салимов</i> Современные информационные технологии, используемые при техническом обслуживании воздушных судов	17.14
<i>A.V. Goncharenko</i> Bayes criterion modified with subjective preferences functions densities distributions used at the choosing of the decision making thresholds	17.17
<i>Н.В. Терлецька, О.І. Юрченко</i> Поступові кроки з наближення галузі цивільної авіації до стандартів європейського союзу в питаннях підтримання льотної придатності повітряних суден	17.22
<i>S.O. Puzik, O.S. Puzik</i> Coagulation's Influence during Purification on Operational Efficiency of Gravitational Cleaners	17.25

<i>A.V. Goncharenko</i> Optimal maintenance periodicity for aeronautical engineering operation determined on the theoretical platform of subjective analysis	17.29
<i>В.О. Максимов, Г.В. Таран</i> Інтеграція систем управління безпекою польотів і якості	17.34
<i>V. Pavelko, S. Kuznetsov, K. Lapsa, P. Pavlovskis</i> The effect of plasticity to interlaminar fracture toughness of adhesive bond of composite	17.38
<i>О.М. Саустенко</i> Розробка Керівництва з управління підтриманням льотної придатності авіакомпанії	17.44
<i>В.М. Бадах, В.С. Бутько, А.А. Білошапка</i> Дослідження динамічних властивостей гідравлічних регуляторів тиску	17.48
<i>О.І. Юрченко</i> Особливості аутсорингу технічного обслуговування експлуатантами повітряних суден	17.52
<i>В.С. Бутько, Д.М. Хоменко</i> Дослідження системи регулювання швидкості гідравлічної трансмісії	17.56
<i>Е.А. Сикорский</i> К вопросам степени технической интеграции Украины для обеспечения безопасности полетов и качества технического обслуживания	17.60
<i>V. Pavelko, S. Kuznetsov, A. Nevsky, M. Marinbah</i> Vibration-based detection of small damage in the aircraft large component	17.63
<i>А.Л. Пузырёв, В.В. Лефтор</i> Оперативный мониторинг климатических условий эксплуатации легких самолетов	17.69
<i>О.В. Ругайн, В.О. Ругайн</i> Особливості формування змісту мультимедійних навчальних комплексів підготовки фахівців в системі технічної експлуатації авіаційної техніки	17.72
<i>В.В. Токарук, О.І. Богданович</i> Особливості технології заправки питною водою на прикладі повітряного судна В-737-500	17.75
<i>А.В. Попов, О.А. Салами, А.В. Пацук</i> Методологические аспекты методики диагностирования турбореактивного двухконтурного двигателя на основе нейросетевой классификации	17.80
<i>Е.В. Омельченко</i> Модернизация конвертированных газотурбинных двигателей	17.85

18. Автоматизація та енергозбереження на транспорті

<i>В.А. Парута, Е.В. Брынзин</i> Энергосбережение при эксплуатации зданий и сооружений	18.1
<i>В.В. Тихонов</i> Аварійне джерело живлення	18.4
<i>М.П. Кравчук, Т.В. Кравчук, Д.С. Путченко</i> Комплексне альтернативне джерело електричної енергії	18.8
<i>Б.Е. Журиленко</i> Возможность сохранения электроэнергии на выбранной тяговой силе при использовании электродвигателей на транспорте	18.10
<i>А.И. Чурина</i> Нечеткая оптимизация эргатических электроэнергетических систем	18.14
<i>А.П.Щербань, В.Ю. Ларін</i> Алгоритм оцінки стану літій-полімерної акумуляторної батареї на безпілотному повітряному судні	18.18
<i>В.П. Захарченко, С.С. Ільєнко, А.В. Ільєнко</i> Сучасний підхід щодо побудови та експлуатації централізованих бортових систем технічного обслуговування повітряних суден	18.21
<i>С.В. Єнчев</i> Модельовання авіаційного синхронного трифазного генератора в двигуновому режимі	18.25
<i>С.С. Товкач</i> Синтез адаптивного управління авіаційним газотурбінним двигуном	18.30
<i>Ю.А. Захарченко, К.І. Романюк</i> Реалізація функцій «Розумного будинку» на базі апаратної платформи Arduino	18.33

19. Триботехнології та втомна міцність в авіаційній техніці

<i>С.Р. Игнатович, В.С. Краснополяский, А.Д. Кравченко</i> Численное моделирование роста усталостных трещин при многоочаговом повреждении	19.1
<i>О. В. Герасимова, М. В. Киндрачук, А.В. Тутов</i> Влияние механических свойств дисперсной металлической фазы металлосодержащей смазки на коэффициент трения при выглаживании	19.6
<i>М.В. Karuskevich, Т.Р. Maslak, А.М. Pyshchyk</i> Micro-structural diagnostic of aging aircraft	19.10
<i>В.А.Винар, Х.Б.Василів, Н.Б.Рацька</i> Роль дифузійного і залишкового водню у процесах фрикційної взаємодії поверхонь залізовуглецевих сплавів	19.16

<i>В.А. Винар, Л.І. Базиляк, І.В. Ковальчук, А.Р. Киця</i> Вплив наночастинок міді на фрикційну взаємодію сталених поверхонь у середовищі індустриального мастила	19.20
<i>Н.Б. Рацька, К.Б. Васильв</i> Особенности микродеформаций поверхностных слоев и трибологические свойства ниобия, титана и сплава системы Nb-Ti после электролитического наводороживания	19.24
<i>О.М. Герасимчук, О.В. Кононченко</i> Прогнозування втомної довговічності за регулярного циклічного навантаження	19.29
<i>V.V. Stavytskyy, O.V. Bashta, P. L. Nosko, P. V. Fil</i> Energetic air-pumping losses in high-speed transmission	19.35
<i>Д.Б. Середа</i> Повышение износостойкости деталей газотурбинных двигателей в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	19.42
<i>Я.Я. Сірак</i> Мікроструктура та зносостійкість плазмоелектролітичних оксидокерамічних шарів на електродугових покриттях	19.46
<i>Х.Р. Задорожна</i> Структура і властивості лазерно модифікованих карбідом кремнію поверхневих шарів алюмінієвих сплавів та їх абразивна зносостійкість	19.51
<i>М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, В.В. Загребельний</i> Напружено – деформований стан сталі Р6М5 після лазеро-хіміко-термічної обробки	19.56
<i>С.С. Юцкевич, І.І. Джавадова</i> Особенности использования методов схематизации випадкового спектру на прикладі типизованої програми miniTWIST	19.60
<i>В.В. Харченко</i> Створення покриття для титанового сплаву VT22 з високою припрацьовуваністю та зносостійкістю	19.65
<i>С.Ф. Мандзюк</i> Зависимость циклических деформационных и усталостных характеристик сплава Д16АТ от угла к направлению проката	19.69
<i>А.Д.Погребняк</i> Сопротивление усталости конструкционных материалов и его взаимосвязь с состоянием тонких поверхностных слоев	19.74
<i>О.І. Богданович, В.В. Токарук</i> Порівняння енергії активації поверхового руйнування сталі ШХ 15 в середовищі авіапалив “ТС-1” кондиційного та “ТС-1” довготривалого зберігання	19.78

<i>І.М. Погрелюк, В.С. Труш, О.Г. Лук'яненко, Т.М. Кравчишин, І.Л. Поболь, О.І. Назарова</i>	19.83
Підвищення зносотривкості сплаву ВТ6 азотуванням	
<i>О.В. Широков, В.В. Широков, Я.О. Шахбазов, Анна Уль, Х.Б. Василів</i>	19.86
Вплив легування цирконієм і вуглецем на опір зношуванню і окисленню ванадію	
<i>І.М. Погрелюк, С.М. Лаврись</i>	19.91
До питання підвищення зносотривкості титанового сплаву ВТ22 деформаційно-дифузійною обробкою	
<i>В.А. Максимюк, Є.А. Сторожук, І.С. Чернишенко</i>	19.95
Нелінійно-пружні композити в ракетобудуванні	
<i>М.М. Косіюк, С.А. Костюк</i>	19.100
Підвищення зносостійкості поверхневого шару неповних сферичних поверхонь	
<i>А.І. Новиков, Г.В. Цибанёв</i>	19.103
Влияние статистических характеристик случайного процесса при суммировании повреждений по деформационному подходу	
<i>В.І. Кравцов, В.В. Веремійчук, А.Р. Якимчук</i>	19.109
Урахування міжвиткового тертя у сталевих канатах	
<i>П.И. Мельничук, Е.В. Цегельник, Д.А. Брега</i>	19.112
Исследование влияния технологии лазерной очистки элементов авиационных конструкций на адгезию лакокрасочных покрытий	
<i>В.С. Кривцов, Е.В. Литвиненко</i>	19.115
Роль научной школы Л.А. Колесникова по автоматизации прочностных испытаний самолетов в создании и развитии авиации	

20. Енергетичні установки

<i>О.О.Нахаба</i>	20.1
Оптимізація структурних компонентів перспективних літальних апаратів майбутнього на основі нового прототипу плазмового контейнера для високотемпературної плазми сферичної форми, а саме на основі «радіальної електромагнітосфери».	
<i>А.Г. Андриец, С.А. Якимчук</i>	20.6
Применение газотурбинных двигателей сложных циклов	
<i>М.М. Мітрахович, В.В. Комаров</i>	20.11
Моделювання в програмному комплексі ANSYS CFX впливу форми обіцяйки дозвучового входного пристрою кільцевого типу силової установки з гвинтовентиляторним двигуном на нерівномірність потоку на вході в компресор	
<i>М.І. Кисляк</i>	20.26
Порівняння розрахункових алгоритмів, заснованих на рівняннях тиску та густини при дослідженні моделі вентилятора ТРДД	

<i>К.В. Дорошенко, Ю. Ю. Терещенко, П. Гамзег</i> Газодинамічне регулювання течією в реактивному соплі	20.31
<i>М.С. Кулик, К.І. Капітанчук, П.І. Греков, М.І. Кінащук</i> Дослідження руху газу в місцях повороту потоку	20.35
<i>Р.О. Билоус, В.С. Босый</i> Модернизация воздушных судов	20.39
<i>Р.О. Билоус, А.А. Гавриков</i> Перспектива авиационных двигателей	20.44
<i>Ю.О. Белоконь, К.В. Белоконь, О.А. Жеребцов</i> Розробка інтерметалічних сплавів для деталей газотурбінних двигунів	20.48
<i>А. Дж. Мирзоев, О.С. Якушенко</i> Синтез информации о техническом состоянии ГТД на базе применения теории Демпстера-Шефера	20.52
<i>С.М. Шевченко, Д.М. Бродніковський, Ю.М. Романенко, О.Д. Васильев, С.М. Бродніковський</i> Вплив температури спікання на структуру та міцність цирконієво-керамічного електроліту паливної комірки	20.58
<i>К.І. Капітанчук</i> Методика розрахунку ізоентропної течії реального газу з використанням газодинамічних функцій	20.62
<i>І.І. Гвоздецький, Л.Г. Волянська, І.Ф. Кінащук</i> Моделювання перехідних процесів ТРДД	20.66

21. Аеропорти та сучасні аеропортові технології

<i>О.А. Тамаргазін, І.І. Ліннік</i> Принципи побудови імітаційної моделі технологічних процесів обслуговування повітряного судна в аеропорту	21.1
<i>Р.М. Салімов, М.В. Олег</i> Керування процесом обґрунтування експлуатаційних характеристик авіаційної наземної техніки	21.4
<i>О.М. Білякович, А.М. Савчук</i> Перспективи та проблеми впровадження сучасних технологій самообслуговування авіапасажирів	21.7
<i>О.Ю. Сидоренко, О.М. Білякович, Т.І. Кузьменко</i> Сучасні вимоги до транспортних засобів зі стрічковим конвеєром	21.10
<i>В.В. Астанін, О.І. Олефір, Г.О. Щегель, А.О. Олефір</i> Сейсмоакустичне позиціонування авіаційної техніки в районі аеропорту системою акустичного спостереження «Трембіта»	21.14
<i>В.І. Личик</i> Удосконалена система управління наземним рухом в аеропортах	21.17

<i>В.В. Варюхно, Л.В. Курбет</i> Мінімізація показників небезпек при використанні азотних або кисневих агрегатів	21.21
<i>А.Г. Довгаль, О.І. Олефір, О.В. Харченко</i> Вимоги до функціонування транспортних засобів для постачання готової їжі в повітряні судна	21.25
<i>Д.О. Щербина, Є.П. Пугачевська, Л.Б. Приймак</i> Спеціальні вимоги до авіаційних підйомників, осьових домкратів та гідравлічних хвостових підпор	21.29
<i>О.В. Кулініч, О.В. Данилейко</i> Істотні критерії використання транспорту для посадки інвалідів та осіб з обмеженими фізичними можливостями	21.32
<i>В.І. Личик, В.П. Коба, С.М. Кабика</i> Підвищення рівня безпеки при використанні устаткування для наземного руху повітряних суден	21.40

22. Аеродинаміка та безпека польотів

<i>А.А. Приходько, С.В. Алексеєнко</i> Моделирование процесса обледенения аэродинамических профилей	22.1
<i>А.А. Приходько</i> Программное-методическое обеспечение для расчета на основе уравнений	22.6
<i>Л.Ю. Сабодош, С.Н. Ларьков, В.В. Ожинский, В.Н. Мамарев, А.Н. Пахольченко</i> Анализ методов старта ракет-носителей с транспортного самолета и математическое моделирование процесса десантирования	22.11
<i>А.М. Павлюченко, А.Н. Шийко, А.В. Скорик</i> Результаты исследования распределения статического давления на головной части ракетного аэрофизического комплекса типа М-100 на основе численного расчета и летного эксперимента	22.17
<i>Ye.A. Gayev</i> Ludwig Prandtl, the world-famous founder of aviation science	22.23
<i>Є.П. Ударцев</i> Розвиток аеродинаміки крила: від традиційних моделей до вихороактивного крила	22.27
<i>С.О. Іщенко, М.Р. Стецівка, В.М. Радченко</i> Дослідження впливу числа рейнольдса на характеристики повітряного гвинта	22.30
<i>О.Н. Трюхан, С.В. Копилов</i> Управление пограничным слоем на гидродинамическом начальном участке с использованием постоянных магнитов	22.35

<i>О.В. Бондар, В.В. Дегтярьов</i> Дослідження характеристик малогабаритного шестиствольного приймача повітряного тиску	22.40
---	-------

23. Міське, промислове, цивільне та транспортне будівництво

<i>Г.М. Агєєва</i> Містобудівне значення висотних об'єктів обслуговування повітряного руху	23.1
<i>Д.С. Скребнєва</i> Розрахунок зігнутих сталезалізобетонних конструкцій в незнімній опалубці	23.6
<i>О. Stepanchuk, A. Byelyatynskiy, O. Pylypenko</i> Influence of foot traffics on street network formation	23.9
<i>Г.М. Гасій</i> Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану просторових структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій покриттів будівель і споруд аеропортів	23.13
<i>О.В. Родченко</i> Удосконалення методу визначення несучої здатності жорстких аеродромних покриттів	23.16
<i>М.С. Барабаш, М.А. Кузьменко, А. Башинский</i> Организация технологии интеграции программных комплексов при проектировании аэропорта	23.21
<i>М.П. Жданович, А.В. Вишневецька, В.В. Ярема</i> Визначення надійності залізобетонних плит мостів на основі статистичних даних їх експлуатаційних пошкоджень	23.26
<i>Ю.Р. Холковский</i> Дискретно-інтерполяційний метод моделювання багатопараметричних середовищ	23.30
<i>А.І. Глушаниця, І.Л. Машков, О.В. Шевченко</i> Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану елементів сталезалізобетонних конструкцій	23.34
<i>А.А. Кучеренко</i> Факторы, определяющие специальные свойства бетонов	23.37
<i>В.В. Кузьменко</i> Вплив безрейкового громадського транспорту на формування перетину	23.42
<i>И.П. Солоненко</i> Применение цементобетона в качестве покрытия для малых аэродромов, вертодромов и подъездных путей	23.46

<i>А.О. Белятинський, Д.П. Васільєв</i> Підвищення ефективності моніторингу покриттів аеродромів шляхом використання поляриметричного методу вимірювання	23.51
<i>К.В. Краюшкіна, Т.Ю. Химерик, О.В. Скрипченко, Ю.П. Мошковський, С.А. Вакуленко</i> Підвищення транспортно – експлуатаційного стану доріг шляхом використання сучасних матеріалів	23.56
<i>Valerii Pershakov, Andrei Bielyatynskiy, Evheniy Bakulin, Valentyna Bakulina, Gregory Bolotov</i> Problems and anti fire hazard fire resistance of high-rise buildings	23.60
<i>С. Ю. Тимкина, В.С. Степура, А.М. Тимкина</i> Определение вариантов строительства дорог на основе сравнительной экономической эффективности	23.65
24. Дизайн архітектурного середовища	
<i>А.В. Волкова, Г.М. Агеева</i> Культурно-історичні цінності та природа як основні джерела пошуку ідей для архітектури аеропортів	24.1
<i>Ю.О. Дорошенко, Т.В. Тихонова, Л.В. Осіпа</i> Конструювання змісту інформаційно-технологічних навчальних дисциплін у системі вищої архітектурної освіти	24.5
<i>Г.В.Кравчук, М.С.Авдеева</i> Екологізація готелів на територіях наближених до аеропортів	24.11
<i>Ю.О. Мусієнко, О.А. Трошкіна</i> Особливості проектування центрів дозвілля і освіти для людей «третього віку»	24.14
<i>О.Г. Пивоваров</i> Міжнародний архітектурний конкурс концепції Мультикомфортного будинку «Ізовер» як частина екологічної освіти студентів архітекторів	24.19
<i>О.О. Саннікова, О. А. Трошкіна</i> Використання національних традиційних мотивів у сучасній архітектурі	24.24
<i>С.Т. Триколенко</i> Особливості камерного сценічного простору на прикладах вистав Центру мистецтв «Новий український театр»	24.28
<i>Л.В. Густановська, Ю.О. Дорошенко</i> Екологізація архітектурного середовища та основні способи її реалізації	24.33

25. Біотехнологія в авіації

<i>В.А. Прокопенко, А.В. Осадчий, В.В. Горупа, Л.Р. Решетняк</i> Особливості застосування програмуємого регулятора температури (ТРР — 2200) в дослідній ферментаційній установці	25.1
<i>О.А. Vasylichenko, A. Maier, S. Litot</i> Aviation biofuel sustainability	25.5
<i>О.О. Kuznetsova</i> Heat Exchanger Design for Fermentation Systems	25.9
<i>Л.О. Косоголова, І.С. Кривутенко, Б.В. Поліщук, К.М. Яблонська</i> Використання екстракту кульбаби лікарської для профілактично-лікувальних цілей обслуговуючого персоналу авіаліній	25.13
<i>Олексій Романов, Олександр Воронцов</i> Вивчення та удосконалення складу середовища для калусогенезу лікарських рослин на прикладі <i>Panax Ginseng</i>	25.18
<i>Ю.А. Желєзнякова, А.М. Ковальов, А.В. Поштаренко</i> Про значення лецитину у харчуванні сучасної людини	25.20
<i>І.П. Севрук, А.М. Редька, О.М. Ковальов, Н.Н. Олейнікова</i> Біологічно активні речовини хлібних злакових рослин	25.25
<i>А.С. Ковальчук, В.В. Кірієнко, О.М. Ковальов</i> Біологічно активні речовини яєць домашньої птиці	25.29
<i>Л.С. Тимошенко, Я.М. Величай, Ю.В. Юзвенко, О.А. Васильченко, О.М. Ковальов</i> Особливості отримання та застосування лікарських засобів під час космічних польотів	25.34
<i>В.І. Карпенко, В.Г. Лазарєв, А.В. Дразнікова</i> Астробіологія як сучасний навчально-науковий напрямок для студентів НАУ	25.37

26. Дистанційні аерокосмічні дослідження

<i>А.А. Ведмедь</i> Сшивка зображень на основі 3d георекострукції	26.1
<i>П.В. Неводовский, А.П. Відьмаченко, О.В. Мороженко, М.Д. Гераїмчук, О.В. Івахів</i> Дистанційні поляриметричні дослідження стратосферного озонного шару Землі з борту мікросупутника	26.5
<i>А.О. Терещенко, Ю.І. Великодський</i> Фотометрія пилової хмари на Місяці, утвореної внаслідок падіння метеороїда	26.10
<i>Ю.І. Великодський, В.В. Корохін, В.О. Мартинюк</i> Цифрова модель рельєфу Місяця за даними фотоклінометрії та лазерної альтиметрії	26.14

<i>Л.В. Гебрин-Байди, М.М. Дубовенко</i> Використання водних індексів для ідентифікації перезволожених земель	26.18
<i>В.М. Гладілін, А.В. Дубкова</i> Дослідження електронного теодоліта FET 405K	26.23
<i>В.Ю. Беленок, Д. Деркач</i> Визначення нормальних висот точок земної поверхні з використанням даних супутникових вимірювань і моделей геоїда	26.28
<i>В.Ю. Беленок, Н.В. Руль</i> Параметри та переваги цифрової камери скануючого типу «3-DAS-1»	26.31
<i>Л.В. Гебрин-Байди, К.В. Ільченко</i> Фотограмметрична обробка даних дистанційного зондування Землі	26.34
<i>Л.В. Гебрин-Байди, О.С. Углич</i> Застосування малих космічних апаратів в дистанційному зондуванні Землі	26.38
<i>В. Ю. Беленок, М. В. Комар</i> Застосування радіолокаційного знімання в екологічному моніторингу	26.41
<i>Л.В. Гебрин-Байди, А.С. Лугова</i> Елементи орієнтування знімка. Визначення елементів зовнішнього орієнтування знімка по опорних точках	26.44

27. Хімічна технологія та інженерія

<i>Н.С. Атаманенко</i> Вплив виду і концентрації детергенту на об'ємні властивості мастил	27.1
<i>Л.М. Білий, Я.І. Зінь, О.П. Хлопик</i> Дослідження впливу розмірів катодних включень на корозію алюмінієвого сплаву із застосуванням модельних зразків	27.4
<i>Г.Г. Веселівська</i> Вплив параметрів структури та термообробки на корозійну тривкість електродугових покриттів із алюмінієвого сплаву Д16	27.9
<i>В. М. Витвицький, І.О. Мікульонко, О.Л. Сокольський</i> Удосконалення алгоритму розрахунку процесу екструзії гранульованих полімерних матеріалів	27.14
<i>В.І. Воробйова, О.Е. Чигиринець, Ю.Ф. Фатеев, М.І.Скиба, І.М. Трус</i> Інгібітор атмосферної корозії сталі на основі рослинної сировини	27.17
<i>С.А. Головей, В.Р. Івашків</i> Уточнення природи реакцій окиснення водню у лужних розчинах	27.21

<i>И.В. Грайворонская, Э.Б. Хоботова</i> Шлаки как сорбенты органических соединений вод	27.24
<i>О.М. Давиденко, В.М. Ледовських</i> Електрохімічні процеси в технології регенерації відпрацьованих нафтових олів	27.28
<i>В.В. Даценко</i> Особенности технологического процесса химической регенерации сульфатных медно-цинковых растворов	27.30
<i>О.С. Калахан, О.І. Лакіш</i> Корозійно-ерозійна поведінка іонно-плазмових нітридних покриттів на сталі	27.37
<i>Г.В. Каракуркчі, М.В. Весть, М.Д. Сахненко, О.В. Галак, С.М. Меньшов, О.В. Матикін, С.І. Руднева</i> Оксидні каталітичні системи на вентильних металах в екотехнологіях	27.40
<i>Л.І. Килюшик, В.В. Трачевський</i> Розробка технологічних принципів створення композиційних матеріалів на основі наночастинок кобальту в матриці полістиролу	27.45
<i>О.Є. Колосов</i> Передумови розроблення конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів	27.50
<i>О.П. Колосова</i> Особенности моделирования процессов та обладнання для одержання реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів	27.55
<i>О.Є. Кофанов</i> Енергозберігаючі заходи екологічної безпеки дизельного транспорту	27.60
<i>Т.А. Криштопчик, О.А. Криштопчик, В.В. Трачевський</i> Вплив плазмоактивації на властивості поліпропіленового волокна	27.64
<i>В.М. Ледовських, С.В. Левченко</i> Електроіскровий і механічний метод для підготовки сталевих поверхонь та підвищення їх корозійної стійкості	27.69
<i>Д.С. Легонська, В.В. Трачевський</i> Модифікування каучуків волокнистими добавками із вторинних полімерних матеріалів	27.74
<i>І.О. Мікульонок</i> Основні методи використання зношених авіаційних шин	27.79
<i>Т.А. Ненастина, Ю.К. Гапон, Н.Д. Сахненко, М.В. Весть</i> Функциональные свойства покрытий сплавами кобальта	27.84

<i>В.Д. Обуховська, В.В. Трачевський</i> Терморозширений графіт як сорбент для очищення води від нафтопродуктів	27.88
<i>О.Є. Колосов, В.О. Олексієн, О.Л. Сокольський, І.І. Івіцький</i> Екструдер пристрою для тривимірного друку	27.92
<i>Г.Ю. Пінчук, І.В. Шевцов, В.В. Трачевський</i> Модифікація каучуків спеціального призначення вуглецевими наноматеріалами	27.94
<i>І.М. Зінь, М.Б. Тимусь, О.П. Хлопик, Т.Я. Покинсьброд</i> Інгібування корозії дюралюмінієвого сплаву (Д16Т) рамноліпідним біокомплексом (РБК) та супернатантом культуральної рідини (СКР) у корозивних середовищах	27.99
<i>І.С. Сидоренко, І.М. Трус, Є.В. Мельниченко, М.Д. Гомеля, О.М. Терещенко</i> Видалення міді з води методом флокуляції	27.104
<i>С.В. Фесенко</i> Вплив ультразвукового випромінювання на металеву конструкцію	27.107
<i>І.М. Зінь, О.П. Хлопик, М.Б.Тимусь</i> Інгібування корозії дюралюмінію фосфатно-нітратною композицією за умов сталої механічної активації його поверхні	27.110
<i>Э.Б. Хоботова, В.И. Ларин</i> Межонные взаимодействия в хлоридных растворах травления меди в технологических процессах производства печатных плат	27.114
<i>О.Ю. Євлахович, А.В. Осадчий, В.В. Трачевський</i> Технологічні аспекти одержання бактерицидних ЛФМ	27.121
<i>А.Д. Кустовська, В.В. Єфименко, Н.С. Атаманенко, О.В. Єфіменко</i> Регенерація авіаційних олиव для турбореактивних двигунів	27.125
<i>О.В. Єфіменко</i> Вплив фулеренових присадок на термоокиснювальну стабільність та протизносні властивості авіаційних паливно-мастильних матеріалів	27.129
<i>І.І. Івіцький, В.І. Сівецький, О.Є. Колосов, О.Л. Сокольський</i> Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали у авіакосмічній промисловості	27.134
<i>Т.А. Гаєвська, О.А. Спаська, Ю.В. Білокопитов</i> Утилізація відходів виробництва хлорвінілу каталітичним дегідрохлоруванням	27.137
<i>О.А. Zhuravel, Т.А. Shabanova, E.F. Novoselov</i> Dry standartized nicotiana leaf for spilled hydrocarbons fuels sorption modelling	27.140

Л.М. Егорова, Э.Б. Хоботова
Изучение технологического процесса химического травления сплава БрБ2 в различных электролитах 27.145

О.С. Комісаренко
Хімічна інженерія побудови ККМ системи В₄С-Нf 27.150

28. Авіаційна хімотологія та захист довкілля

О.І. Запорожець, Л.О. Левченко, О.С. Сідько
Вплив ефекту рефракції у моделі поширення шуму від літаків 28.1

Л.М. Черняк
Оцінка рівня екологічної безпеки об'єктів зберігання палива та об'єктів заправлення транспортних засобів 28.5

В.А. Глива, Н.М. Кічата
Захист персоналу аеродрому від впливу електромагнітних полів радіотехнічних об'єктів 28.7

Гулевець Вадим Дмитрович
Методи оцінки та контролю стану оператора в авіатransпортних системах 28.12

С.М. Маджд, к.т.н., доц.
Підвищення буферності водних систем з інтенсивним навантаження авіаційних підприємств 28.14

Ф.Й. Яновський, В.І. Токарев, Р.Б. Сініцин, В.М. Макаренко
Локалізація джерел шуму у вільному акустичному полі 28.17

Т.О. Семитківська, О.Л. Матвєєва, І.Л. Трофімов, О.В. Матвєєв
Покращення екологічних характеристик дизельних палив закордонного виробництва 28.22

O. Vovk
Not just about sunburn – the ozone hole’s profound effect on climate has significant implications for southern hemisphere ecosystems 28.28

М.М. Радомська, М.Д. Сагайдак
Оцінка об'ємів утворення стічних вод при обробці повітряних суден протильодоутворюючими реагентами 28.31

Я.І. Мовчан, В.В. Шаравара
Оцінки рівня екологічної безпеки територій за щільністю розташування автозаправних станцій 28.34

О.Б. Шевченко, В.М. Каменєва
Модифікація властивостей сумішевих дизельних палив 28.39

Oleksandr Zaporozhets, Kateryna Synylo
Large Eddy Simulations of exhaust gases jet from aircraft engine under idle operation conditions 28.42

<i>В.В. Коваленко, О.М. Тихенко, М.О. Необай</i> Основні принципи контролю рівнів електромагнітних полів та їх нормування	28.47
<i>О.Yu. Shepel</i> Biomethane - the "green" energy for road transport	28.50
<i>K.V. Zhurbas, O.M. Husiev, K.O. Ulianova</i> Bioaspects of aviation activity: Identification of threats and risks in modern world under the ecosystem approach	28.55
29. Землеустрій, кадастр та моніторинг земель	
<i>В.В. Бабій</i> Можливості використання сучасних БПЛА для інженерно-геодезичних вишукувань	29.1
<i>Р.В. Бойченко</i> Організаційні засади державного контролю за використанням і охороною земель	29.4
<i>В.Ю. Беленок, Д.І. Деркач</i> Визначення нормальних висот точок земної поверхні з використанням даних супутникових вимірювань і моделей геоїда	29.7
<i>О.Л.Бойко, Т.С. Казанюк</i> Організація управління земельними ресурсами в сучасних умовах	29.10
<i>О.М. Канівець</i> Організація моніторингу земельних ресурсів	29.15
<i>О.В.Короткевич, М.С Ковальчук</i> Моніторинг забруднення земель шкідливими викидами промислових підприємств	29.18
<i>Н.О. Найчук, І.М. Капеліста</i> Важливість ринку землі в Україні	29.22
<i>І.О. Новаковська</i> Регулювання землекористування авіаційного транспорту	29.25
<i>В.Ф. Піндер, В.В. Попович</i> Моніторинг деастрованих ландшафтів Львівсько-Волинського вугільного басейну	29.30
<i>О.Л. Бойко., В.С. Резніченко</i> Аналіз використання TIN-моделі для створення цифрової моделі рельєфу в сучасних програмних продуктах	29.34
<i>А.С.Севастьян, І.О. Новаковська</i> Проблеми обліку земель	29.37
<i>А.О. Сус, В.І.Глущенко</i> Проведення аерофотозйомки за допомогою БПЛА	29.40

<i>А.С.Севастьян, М.С.Ковальчук</i> Проблеми землеустрою України і шляхи їх вирішення	29.44
<i>Н.М. Чукаріна, Д.Ф. Масляник</i> Кадастр земель транспорту	29.48
<i>О.Л.Бойко, А.С. Лугова</i> Аналіз інформаційної системи містобудівного кадастру	29.53
<i>Д.О. Ляшенко</i> Геоінформаційне забезпечення тривимірного кадастру транспорту	29.58
<i>О.Л. Бойко, А.В. Скоробагатько, М.С. Романенко</i> Генералізація в цифровій картографії	29.62
<i>Н.В. Кузін, В.В. Гончаров</i> Аналіз стану земель Сумської області	29.68
<i>А.М. Михайлов, Р.В.Бойченко, Я.М. Підгайко</i> Значення іпотеки в сучасних умовах для аграрного сектору економіки	29.71
<i>В.Я. Ковтун</i> Методи і технології автоматизованого деформаційного моніторингу об'єктів та споруд	29.75
30. Авіаційні транспортні технології	
<i>Д.О. Бугайко, В.П. Харченко, Марчин Павеска</i> Глобальна стратегія перепідготовки авіаційних кадрів	30.1
<i>К.В. Марінцева</i> Теорія графів як інструмент аналізу ефективності взаємодії авіаційної та туристичної галузей	30.5
<i>В.Н. Татаренко, А.В. Шелудько</i> Способ посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки, воздушное судно и транспортное средство для его реализации	30.8
<i>А.М. Новикова</i> Опыт создания треугольника знаний в Германии	30.14
<i>Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда</i> Модель оптимізації транспортних потоків з урахуванням методів комбінаторики та регресійного аналізу	30.19
<i>Л.О. Сулима, О.Є. Соколова</i> Планування маршрутної мережі й розкладу авіакомпанії	30.23
<i>О.М. Matychyk, V.S. Konovaliuk, O.O. Solons'ka</i> Social equity: key to tourism sustainability	30.27
<i>Т.А. Левковська, А.С. Лугова</i> Перетворення координат у просторі через напрямні косинуси під час аерофотознімальних робіт	30.32

<i>G.G. Volkovska, K.R. Saltykova, M.V. Hlushchenko</i> Autopilot technology and hyperloop concept	30.36
<i>O.M. Matychyk, A.S. Aliksieieva</i> Noise impact assessment in airport development	30.40
<i>Y.V. Shevchenko, M. Y. Khodurska, O.S. Yarosh</i> Concept of Fleet Planning and Its Role in Modern Aviation	30.44
<i>I.B. Борець, К.Т. Перебийніс, Д.В. Федотова</i> Сучасний стан та перспективи розвитку авіаційного страхування в Україні	30.48
<i>Y.V. Shevchenko, A.S. Domina, K.I. Dierbunova</i> Criteria for assessing the effectiveness of air transportation	30.50
<i>A.M. Валько, М.Р. Сиротюк</i> Сучасний стан та перспективи розвитку міжнародних аеропортів України	30.54
<i>Y.V. Shevchenko, Y.O. Netsiuk</i> Impact of air transportation on economy	30.58
<i>A.M. Валько, старший викладач, О.О. Сатаєва</i> Проблеми розвитку міжнародних туристичних авіаперевезень в Україні	30.61
<i>V.Yu. Ivannikova, A.O. Hriadetska</i> Future development of unmanned and municipal air transport in Ukraine	30.65
<i>Y.V. Shevchenko, Assoc. Prof., S.M. Piven</i> Effect of operational factors on the decision speed during the aircraft take-off	30.68
<i>V. Yu. Ivannikova, Yu.A. Hedz</i> Participation of Ukrainian aviation in antiterrorist operation	30.74
<i>B.C. Самарська, Х.О. Ісайчикова</i> Роль мобільних інформаційних технологій в процесах документообігу авіапідприємств	30.72

31. Менеджмент

<i>Ali Emre Sarilgan</i> The impact of low cost carriers on domestic air passenger market in Turkey	31.1
<i>Б.І. Долінце</i> Кластерний підхід для розвитку авіабудівної галузі в Україні	31.6
<i>Н.О. Коваленко</i> Бізнес-план як сучасний напрям управління стратегічним розвитком авіакомпаній України	31.10
<i>A. Fatun, T. Ostapenko</i> Reengineering in the contemporary globalization business process	31.15

32. Авіатранспортна логістика

<i>Т.А. Гармаш</i> Зелена логістика: термінологічні аспекти	32.1
<i>В.А. Яценко</i> Перевозка грузов по воздуху. Безопасность и упрощение формальностей	32.5

33. Трансформація журналістики в контексті технологізації світу і процесів глобалізації

<i>Г. І. Назаренко</i> Новітні тренди у трансформаціях друкованих ЗМІ на сучасному українському медіаринку	33.1
<i>О.М.. Кошак</i> Особливості сучасного розвитку радіомовлення як складника національного інформаційного медіа-простору	33.5
<i>О.М. Рижко</i> Спецкурс із плагіатознавства для майбутніх журналістів	33.10
<i>Т. Є. Мартинова</i> Тенденції медіа простору України в умовах глобалізації	33.14
<i>А.Д. Ліченко</i> Перспективи розвитку glance-журналістики у вітчизняному інформаційному просторі	33.20
<i>О. І. Кулинич</i> Кодекс професійної етики в основі роботи журналіста	33.23
<i>В.М. Васильченко</i> Нові тенденції у мові мас-медіа: мовна гра	33.28
<i>Т.М. Андрєєва</i> Мас-медійні перифрази структурного типу «adj + n» на позначення четвертого Президента України	33.33
<i>В.І. Шульгіна</i> Лексикографічна робота як один з напрямів розвитку комунікативних навичок фахівців авіаційної галузі	33.38
<i>О.М. Кошак, К.А. Миськів</i> Вплив культури та мистецтва на становлення і розвиток радіомовлення в Україні	33.41
<i>І.В. Кевлюк</i> Прагматика соматизмів у публіцистичних текстах	33.44
<i>І.В. Кевлюк, А.Р. Коломієць</i> Блоги як феномен Інтернет-журналістики	33.47

34. Україна на світовому ринку авіаційних послуг

<i>Л.М. Ткачук</i> Актуальні загрози безпеці авіаційних подорожей	34.1
<i>О.А. Борисюк</i> Алгоритм дослідження рівнів розвитку регіональних авіатransпортних систем	34.5
<i>С.П. Фокін</i> Використання малої авіації у туризмі	34.9
<i>С.Г. Бляшук</i> Вимоги до працівників інноваційного типу на світовому ринку авіаційних послуг	34.14
<i>Н.С. Шалімова, Г.І. Кузьменко</i> Вплив системи оподаткування на позицію України в міжнародних рейтингах	34.17
<i>С.О. Біла</i> Диверсифікація авіаційних послуг в Україні в умовах глобалізації	34.22
<i>О.П. Пристайко</i> Забезпечення ефективності системи індикаторів оцінювання регіонального сталого розвитку	34.26
<i>Г. Я. Студінська</i> Реалізація стратегії бренд-орієнтованого розвитку економіки України	34.29
<i>А.А. Коцюба, А.З. Двейрин, В.А. Костюк, Я.О. Головченко</i> Современные тенденции в проектировании композитных авиаконструкций на ГП «Антонов»	34.34
<i>Л.М. Побоченко</i> Сучасні тенденції розвитку ринку авіаційних послуг України	34.39

35. Інформаційно-правові засади міжнародних відносин

<i>У.М. Білощена</i> Міжнародне право розвитку і продукування неоколоніалізму: корелятивний зв'язок	35.1
<i>К.А. Важна</i> Підходи до розуміння сутності тероризму та визначення поняття тероризму у доктрині міжнародного права	35.6
<i>І.П. Дерев'янюк</i> Діалектика співвідношення політики держав і міжнародного права	35.12
<i>О.В. Драчов</i> Особливості принципу «Fair play» у міжнародному спортивному праві	35.16

<i>Л.Л. Кияниця</i> Проблеми інформаційної асиметрії в сучасній теорії міжнародних відносин: новітні підходи	35.21
<i>Н.Ф. Ржевська</i> Геоінформаційний механізм регулювання міжнародної конфліктної взаємодії	35.26
<i>В.О. Стасів, К.А. Важна</i> Правове регулювання відносин, пов'язаних із виникненням, захистом і охороною авторського права у державах світу за умови присутності іноземного елементу: порівняльна характеристика	35.31
<i>Н.С. Шалімова, Г.І. Кузьменко</i> Вплив системи оподаткування на позицію України в міжнародних рейтингах	35.35
<i>О.Г. Широкова-Мурараш, М.І. Малькова,</i> Рішення Європейського суду з прав людини щодо реалізації права працівників українських авіакомпаній на страйк	35.40
<i>О. Г. Широкова-Мурараш, А.С. Палій</i> Порушення прав дітей під час збройного конфлікту в Україні	35.45

36. Правове забезпечення єдиного повітряного простору

<i>Д.О. Беззубов</i> Поняття та структурні елементи економічної безпеки авіаційних підприємств	36.1
<i>К.Ю. Водоласкова</i> Основні напрямки вдосконалення діяльності аеропортів в Україні в контексті єдиного повітряного простору	36.4
<i>В.С. Волостных</i> МАС «Восток»: міжнародно-правовая інтеграція стран СНГ в області аэронавигаци	36.6
<i>С.Г. Головка</i> Нормативно-правове забезпечення процесу інтеграції України до єдиного європейського авіаційного простору	36.9
<i>О.А. Гусар</i> Діяльність суб'єктів авіаційної галузі з використання повітряного простору	36.14
<i>Є.К. Єршов</i> Україна – ЄС: правовий аспект спільного авіаційного простору	36.19
<i>В.О. Зуєва</i> Приєднання України до єдиного європейського авіаційного простору: проблеми та перспективи	36.23

<i>Kh.V. Kmetyk</i> Aviation and Transportation Security in USA	36.27
<i>С.Я. Лихова, К.В. Шелест</i> Актуальні питання реформування Державної прикордонної служби України	36.30
<i>А.О. Логвиненко</i> Суспільна небезпека незаконного захоплення або угону повітряного судна	36.32
<i>Н.В. Малярчук</i> Впровадження альтернативних видів палива	36.37
<i>D.I. Mynuk</i> European Aviation Safety Rules	36.42
<i>I.M. Сопілко</i> Актуальні аспекти проблеми підписання угоди про САП	36.45
<i>I.П. Устинова</i> Деякі питання нормативно-правового регулювання організацій інспекторських перевірок експлуатантів та притягнення до відповідальності на повітряному транспорті	36.49
37. Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі	
<i>A.O. Pami</i> Складні авіаційні терміни як об'єкт лінгвістичних та перекладознавчих досліджень	37.1
<i>В.М. Варенко, Л.А. Добровольська</i> Українська авіаційна термінологія: проблеми формування та функціонування	37.4
<i>A.O. Давиденко</i> Проблеми мовної компетенції в галузі цивільної авіації	37.9
<i>I.B. Бурлакова, О.В. Швед, Т.М. Дячук</i> Абревіатури термінополя «безпека авіації» як вияв універсальної тенденції до економії засобів вербального вираження, їхня класифікація та характеристика	37.12
<i>О.В. Ковтун, А.Г. Гудманян</i> Методика вдосконалення умінь читання та роботи з бортовою літературою у майбутніх пілотів	37.16
<i>С.О. Мірошник</i> Значення емоційної та психологічної компетентності у мовленнєвій діяльності пілотів	37.21
<i>A.A. Заслужена</i> Потенціал плюрилінгвального підходу при підготовці фахівців авіаційної галузі	37.25

<i>М.Л. Пилипчук, А.Є. Світлак</i> Фразеологія радіообміну: перекладацький аспект	37.31
<i>І.В. Демченко</i> Мотивація навчальної діяльності студентів-іноземців	37.35
<i>А.В. Сібрук</i> Українська термінологія: англомовні запозичення	37.38
<i>Л.І. Федчук</i> Редагування як метод удосконалення комунікативно-професійної компетентності майбутнього фахівця	37.41
<i>С.С. Попадюк</i> К вопросу употребления метафор сферы авиации в современном испанском разговорном дискурсе	37.44
<i>Л.Г. Стороженко</i> Мовнокомунікативна компетентність фахівців авіаційної галузі: прагматичний аспект	37.48
<i>Т.А. Гармаш</i> Спілкування як базове поняття у формуванні культури професійного спілкування майбутніх фахівців із логістики	37.51
<i>О.Р. Андріяшиук</i> Мовна комунікація як складова фахової діяльності	37.54
<i>Л. В. Царьова,</i> Підготовка фахівців авіаційної галузі до сприйняття англомовного радіотелефоного повідомлення	37.57
<i>Н.В. Глушаниця</i> Мовна підготовка фахівців з обслуговування повітряного руху до ведення радіообміну	37.62
<i>Л.М. Конопляник</i> Використання інформаційно-комунікаційних технологій при підготовці студентів авіаційних ВНЗ до іншомовної комунікації	37.66
<i>С.В. Харицька</i> Сформованість навичок роботи із словниками як передумова мовної підготовки студентів технічних спеціальностей	37.71
<i>Л.А. Онуфрієва</i> Іншомовна комунікативна взаємодія у підготовці майбутніх фахівців	37.75
<i>Н.П. Білоус</i> Особливості професійної діяльності перекладачів авіаційної галузі у сучасних умовах	37.80
<i>В.І. Шульгіна</i> Лексикографічна робота як один з напрямів розвитку комунікативних навичок фахівців авіаційної галузі	37.84

38. Психологія безпечної експлуатації авіаційного транспорту

<i>О.М. Ічанська, О.В. Гірчук</i> Психологічні детермінанти групової ергатичної сумісності у льотних екіпажах	38.1
<i>Л.В. Помиткіна, О.В.Гірчук</i> Індивідуально-психологічні підходи до визначення суб'єктивної ентропії як фактору безпеки польотів	38.4
<i>С.Е. Лунто</i> Постстресова реабілітація авіаційних спеціалістів як спосіб актуалізації транспотенціалів та відновлення ресурсів стресостійкості	38.10
<i>R.Kh. Ashurbekov, D.A. Islamov, H.U. Muhammad Olim</i> Comparative analysis of national cultural values of managers of 5 countries: USA, Germany, Russia, Kazakhstan and Uzbekistan	38.14
<i>М.В. Фомич</i> Психологічна характеристика помилкових дій пожежних	38.19
<i>М.П. Руденко</i> Проблеми формування практичного досвіду операторів критичних технологій екстремальних професій	38.22
<i>В.В.Злагодух</i> Особистісна відповідальність як чинник розвитку саморегуляції професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю	38.25
<i>М.П. Полухіна</i> Психологічні особливості професійного становлення фахівця в особливих умовах діяльності	38.28
<i>О.М. Назарук</i> Теоретичний аналіз наративу як способу дослідження індивідуальності майбутніх авіаційних фахівців	38.33
<i>Н.Є. Гоцуляк</i> Дослідження психологічного змісту праці бортпровідника ПС	38.37
<i>О.М. Ічанська, К.К. Підгорна</i> Теоретико-практичні підходи до аналізу статусу професійної ідентичності бортпровідників	38.42
<i>О.М. Назарук, І.В. Фесюк</i> Особливості наративного підходу як методу вивчення професійного досвіду авіаспеціалістів	38.45
<i>О.В. Сечейко</i> Психологічні чинники сумісності членів льотних екіпажів	38.48
<i>М.О. Іванюк, Ю.Д. Міщук</i> Концептуальні уявлення майбутніх військових льотчиків про об'єкт управління	38.53

39. Людиновимірність авіації в глобалізованому світі

<i>М.А. Абисова, Т.Г. Шоріна</i> Турист як кочівник у сучасному столітті авіації	39.1
<i>Л.В. Барановська</i> Загальноєвропейські цінності та особистість сучасного вітчизняного студента	39.4
<i>Н.В. Бем</i> Заснування повітряної станції у Луганську: людинавимірний аспект	39.7
<i>А.О. Вітченко</i> Технологізація освітнього процесу у вищій школі	39.9
<i>И.И. Вржесневский, Л.А. Шип</i> Физическое воспитание студентов как философско-антропологический конструкт	39.13
<i>В.М. Гребенніков</i> Створення славетного вітчизняного ДКБ О.К. Антонова	39.16
<i>Н.Г. Ісхакова</i> Рефлексія як основний компонент діяльності спеціаліста авіаційної галузі	39.20
<i>T.S. Klyniņa</i> The Warsaw convention and compensation for damages in Aviation	39.23
<i>В.Г. Фотинюк, М.А. Величенко., В.В. Коротя</i> Формування мотиву до занять з фізичного виховання студентів ВНЗ	39.26
<i>Е.В. Лузік, Л.О. Хоменко-Семенова</i> Освіта і безпека в Україні	39.30
<i>О.В. Михайлич</i> Авіація як соціальний феномен в глобалізованому світі	39.36
<i>Л.Г. Настенко</i> Інституціоналізація етичних основ професійної діяльності	39.40
<i>Т.А. Пода, О.М. Сідоркіна, О.П. Скиба</i> Екзистенційний оптимізм ідеї польоту	39.45
<i>В.О. Рахманов</i> Концептуальні положення підготовки майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища технічного університету	39.48
<i>І.Г. Шаповал</i> Глобалізація, авіація, людина	39.53
<i>С.М. Ягодзінський, А.М. Єрovenko</i> Людиновимірність сучасної авіаційної інфраструктури (на матеріалі Повітряного кодексу України)	39.57

40. Стратегії ІКАО в області безпеки авіації

<i>Oleksandr Bilous</i> ICAO language proficiency levels required for airline pilots	40.1
<i>В.С.Волостных</i> Современная концепция безопасности полетов в реализации стратегических целей ИКАО	40.5
<i>В.С.Волостных</i> Глобальный план обеспечения безопасности полетов: основополагающая стратегия ИКАО в повышении безопасности полетов	40.8
<i>Игорь Добровольский</i> Взаимодействие с авиационными властями для организации и проведения учебных мероприятий по АБ	40.14
<i>Татьяна Загний,</i> Государственное регулирование применения беспилотных летательных аппаратов в системе обеспечения безопасности авиации	40.17
<i>А.А. Калашиник, М. А. Калашиник</i> Пути решения проблемы регулирования дозовых нагрузок летных экипажей ВС ГА авиакомпаний Украины	40.21
<i>Александр Кириченко</i> Особенности контроля на безопасность грузов	40.24
<i>Богдана Чугай</i> Реализация требований Приложения 9 в области стандартизации проездных документов	40.28

І.А. Терейковський, д.т.н. (Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», Україна)

Л.О. Терейковська, к.т.н. (Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна),

Б.Б. Ахметов, к.т.н. (Міжнародний казахсько-турецький університет ім. Ясаві, Республіка Казахстан)

Адаптація багатoshарового персептрону до умов застосування в системах голосової аутентифікації

Вдосконалено методологію побудови архітектури багатoshарового персептрону призначеного для використання в системах голосової аутентифікації. Вдосконалення полягає в створенні математичного забезпечення, використання якого дозволяє адаптувати структуру та алгоритм навчання персептрону до особливостей вказаних систем.

Одним із найбільш важливих напрямків розвитку систем голосової аутентифікації користувачів комп'ютерних систем є вдосконалення математичного забезпечення підсистеми розпізнавання [1, 2, 6]. При цьому все більшу популярність завойовують методи та моделі теорії штучних нейронних мереж (НМ) важливою перевагою яких є можливість навчання на прикладах, що крім іншого, дозволяє значно спростити та скоротити процес розробки відповідних систем захисту. Використання НМ як правило полягає у застосуванні багатoshарового персептрону (БШП), призначеного для вирішення задачі розпізнавання образів. Вказана нейромережева модель однозначно довела свою перспективність. Однак результати досліджень [3, 5] вказують на наступні недоліки застосування БШП:

- Нерівномірність величини похибки розпізнавання при аналізі динамічних рядів даних, яким відповідає голосовий сигнал.

- Невідповідність обчислювальної потужності БШП до вимог поставленої задачі.

Негативними наслідками цих недоліків є складність забезпечення достатньої точності аутентифікації користувачів та необхідність використання занадто великого обсягу обчислювальних ресурсів в системах аутентифікації.

Розглянемо шляхи виправлення вказаних недоліків.

Процес навчання БШП спрямований на мінімізацію функції помилки, що визначається виразами виду:

$$\varepsilon^2(W) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\varepsilon^2(W) = (y_i - y_i^r)^2, \quad (2)$$

де ε – загальна помилка навчання БШП, W – матриця вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків, y_i, y_i^r – очікуваний та реальний вихідний сигнал i -го вихідного нейрону БШП.

Зазначимо, що з теоретичної точки зору використання БШП в задачі

голосової аутентифікації відповідає його використанню в задачі апроксимації табличної функції, мінімальні та максимальні значення якої значно відрізняються між собою

$$y = f(x), \exists y_{\max} \gg y_{\min} . \quad (3)$$

В цьому випадку використання (1, 2) призводить до різкого зростання відносної помилки навчання в точках які знаходяться в області y_{\min} , при задовільних значеннях помилки для всіх інших точок навчальної вибірки та задовільній загальній помилці БШП. Цим і пояснюється нерівномірність величин означених похибок розпізнавання. Невідповідність обчислювальної потужності БШП до вимог поставленої задачі пояснюється невідповідністю кількості синаптичних зв'язків цієї НМ до кількості вхідних та вихідних параметрів та кількості навчальних прикладів. Таким чином вказані недоліки застосування БШП в системах біометричної аутентифікації можна пояснити недосконалістю методології побудови його архітектури.

По аналогії з [5, 6] для виправлення першого недоліку запропоновано вдосконалити алгоритм навчання БШП шляхом використання в (1) функціоналу приведеної квадратичної помилки. Для цього модифікуємо (1, 2) так

$$\bar{\varepsilon}^2(W) \rightarrow \min , \quad (4)$$

$$\bar{\varepsilon}_i^2(W) = \left(\frac{\varepsilon_i(W)}{y_i} \right)^2 = \left(\frac{y_i - y_i^r}{y_i} \right)^2 , \quad (5)$$

де $\bar{\varepsilon}_i$ – приведена помилка навчання i -го нейрону.

Модифікації (4, 5) призводять до певних змін у математичній моделі класичного алгоритму зворотнього поширення помилки. Визначимо ці зміни для двох останніх шарів БШП, використовуючи для розрахунку вихідного сигналу нейрону логістичну функцію активації

$$y^r(z) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha \cdot z}} , \quad (6)$$

де α – деякий коефіцієнт, z – зважена сума вхідних сигналів для нейрону.

При цьому

$$\frac{d}{dz} y^r(z) = \alpha y^r(z) (1 - y^r(z)) . \quad (7)$$

Після проміжних розрахунків отримано вирази для корекції вагових коефіцієнтів зв'язків нейронів вихідного та схованого шару:

$$\Delta w_{s,i} = 2\alpha \gamma_{s,i} y_i^{-2} y_i^r (1 - y_i^r) (y_i - y_i^r) y_s^r , \quad (8)$$

$$\Delta w_{k,s}^{(j)} = -2\gamma_{k,s} \alpha^2 y_i^{-2} \sum_{i=1}^M \left((y_i - y_i^r) y_i^r (1 - y_i^r) w_{s,i} y_s^{(j)} (1 - y_s^{(j)}) y_k^{(j)} \right) , \quad (9)$$

де $\Delta w_{k,s}^{(j)}$ – коефіцієнт величини корекції зв'язку між s -им нейроном останнього j -го схованого шару та k -им нейроном попереднього шару, y_s^r –

вихід s -го нейрону схованого шару, пов'язаного з i -им нейроном вихідного шару, $\gamma_{s,i}$ – коефіцієнт швидкості навчання синаптичного зв'язку між i -им нейроном вихідного шару та s -им нейроном попереднього шару, $\Delta w_{s,i}$ – величина корекції зв'язку між i -им нейроном вихідного шару та s -им нейроном попереднього шару, $\bar{\varepsilon}_i$ – приведена помилка навчання i -ого нейрону вихідного шару, $\gamma_{k,s}$ – параметр швидкості навчання зв'язку між s -им нейроном схованого шару та k -им нейроном попереднього $(j-1)$ -го шару.

Відправним пунктом виправлення другого недоліку стала теорема Хехта-Нільсена [4] в якій доведено – для представлення довільної функції достатньо двохшарової НМ прямого розповсюдження сигналу з повними зв'язками, що складається з n вхідних нейронів, $(2n+1)$ схованих нейронів та m вихідних нейронів. Ця теорема дозволяє спростити структуру моделі БШП до двохшарового персептрону (ДШП). Зазначимо, що математичний апарат для оцінки оптимальної кількості схованих нейронів для ДШП наведено в [4]. При адаптації цього апарату до умов задачі голосової аутентифікації враховані наступні твердження [2, 6]:

- В НМ, призначених для вирішення задач захисту інформації кількість вихідних параметрів значно менша від кількості вхідних параметрів.

- Для реалізації якісного навчання БШП кількість навчальних прикладів повинна перевищувати кількість розрізняємих класів (вихідних параметрів) як мінімум в 10 разів.

В результаті отримано вирази, що дозволяють оцінити діапазон оптимальної кількості схованих нейронів ДШП:

$$N_1^{opt} \geq (0,4N_X + 0,2) \times \frac{\sqrt{P \times N_X}}{N_X + N_Y}, \quad (10)$$

$$N_1^{opt} \leq \frac{2\sqrt{P \times N_X}}{N_Y}, \quad (11)$$

де $N_1^{opt}(\max)$, $N_1^{opt}(\min)$ – максимальна та мінімальна межа діапазону оптимальної кількості схованих нейронів, P – кількість навчальних прикладів, N_X – кількість вхідних нейронів, N_Y – кількість нейронів у вихідному шарі

Врахувавши в (10, 11) те, що кількість схованих нейронів має бути цілим числом отримано остаточні розрахункові вирази:

$$N_1^{opt}(\min) = Round \left((0,4N_X + 0,2) \times \frac{\sqrt{P \times N_X}}{N_X + N_Y} \right), \quad (12)$$

$$N_1^{opt}(\max) = Round \left(\frac{2\sqrt{P \times N_X}}{N_Y} \right), \quad (13)$$

$Round(X)$ – операція визначення найближчого цілого числа від аргументу X .

Зазначимо, що по відношенню до відомого математичного апарату [4], використання виразів (12, 13) дозволяє в 1,5-2 рази звужити діапазон пошуку оптимальної кількості схованих нейронів в ДШП.

Висновки. Таким чином розроблено математичне забезпечення, використання якого дозволяє адаптувати структуру та параметри навчання двохшарового персептрону до умов застосування в системах голосової аутентифікації.

Список літератури

1. Ахметов Б.Б., Иванов А.И., Малыгин А.Ю., Безяев А.В., Газин А.И. Быстрый алгоритм оценки высокоразмерной энтропии биометрических образов на малых выборках // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: ПГУ, 2015. Том 2. – С. 285-287
2. Корченко А. Нейросетевые модели, методы и средства оценки параметров безопасности Интернет-ориентированных информационных систем: монография / А. Корченко, И. Терейковский, Н. Карпинский, С. Тынымбаев. – К. : ТОВ «Наш Формат». – 2016. – 275 с.
3. Корченко О. Методологія розроблення нейромережевих засобів інформаційної безпеки Інтернет-орієнтованих інформаційних систем / О. Корченко, І. Терейковський, А. Білощицький. – К. : ТОВ «Наш Формат». – 2016. – 249 с.
4. Руденко О.Г. Штучні нейронні мережі. Навч. посіб. / О.Г. Руденко, Є.В. Бодяньський. – Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006. – 404 с.
5. Терейковська Л.О. Нейромережеві моделі та методи розпізнавання фону в голосовому сигналі в системі дистанційного навчання : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Терейковська Людмила Олексіївна. – К., 2016. – 171 с.
6. Терейковський І.А. Вдосконалення алгоритму навчання багатшарового персептрону, призначеного для розпізнавання мережевих атак / І.А. Терейковський // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2012. – Вип. 2(24). – С. 65-70.

*І.В. Степаненко, І.Л. Лозінський, В.М. Кінзерявий, к.т.н.,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Обфускаційний метод захисту коду програм

Сьогодні гостро постає питання про забезпечення захищеності програмного коду в умовах постійного зростання кількості порушень норм авторського права та інтелектуальної власності. Порушники постійно розробляють нові методи обходу процесу ліцензування та порушення цілісності програмного забезпечення. У зв'язку з цим розроблений обфускаційний метод захисту, який дозволить забезпечити захист програмного коду.

Необхідним аспектом при розробці програмного забезпечення є гарантування його надійності та цілісності. Розробники даних програм повинні не лише створити такий продукт, який буде цікавий, зручний та інформативний для користувача, а і захистити свої розробки. Для проведення надійного захисту, який дозволить зберегти авторські права компанії на продукт, можна використовувати обфускаційні механізми захисту програмного коду.

Метою даної роботи є підвищення ефективності захисту коду програм, за рахунок удосконалення обфускаційного методу захисту «StiK».

Для виконання поставленої мети були проаналізовані літературні джерела в яких представлені обфускаційні алгоритми захисту та удосконалено раніше розроблений метод захисту програмного коду «StiK». Найбільший внесок у визначенні обфускаційних перетворень зробили вчені з Нової Зеландії у роботі «A taxonomy of obfuscation transformations». Вченими були запропоновані обфускаційні перетворення та критерії їх розподілу. Однак, представлений розподіл обфускаційних процесів потребує вдосконалення, через стрімкий розвиток навичок зловмисників у галузі реверс інжинірингу. Авторами не були враховані деякі обфускаційні перетворення, які значно збільшать стійкість програмного коду до проведення аналізу. У попередніх роботах був розроблений обфускаційний метод захисту програмного коду «StiK». Для даного методу проведені експериментальні дослідження, щодо швидкості процесу обфускації та відсотка відмінності трансформованого коду від початкового. Хоча у результаті дослідження була показана ефективність методу, проте було виявлено певні недоліки, які можуть негативно впливати на забезпечення надійності та цілісності вихідного коду програми.

З огляду на це пропонується проводити процес обфускаційних перетворень з надмірним використанням міток безумовних переходів (goto). Використання великої кількості операторів goto при програмуванні на мовах високого рівня призводить до порушення логіки роботи програми та створення нечитабельного заплутаного коду. За рахунок додавання даної функції після кожного етапу процесу обфускації методу «StiK» буде збільшена його стійкість, покращені показники середньої відмінності трансформованого коду

до початкового. На рис. 1 представлена удосконалена схема роботи обфускаційного методу захисту «StiK».

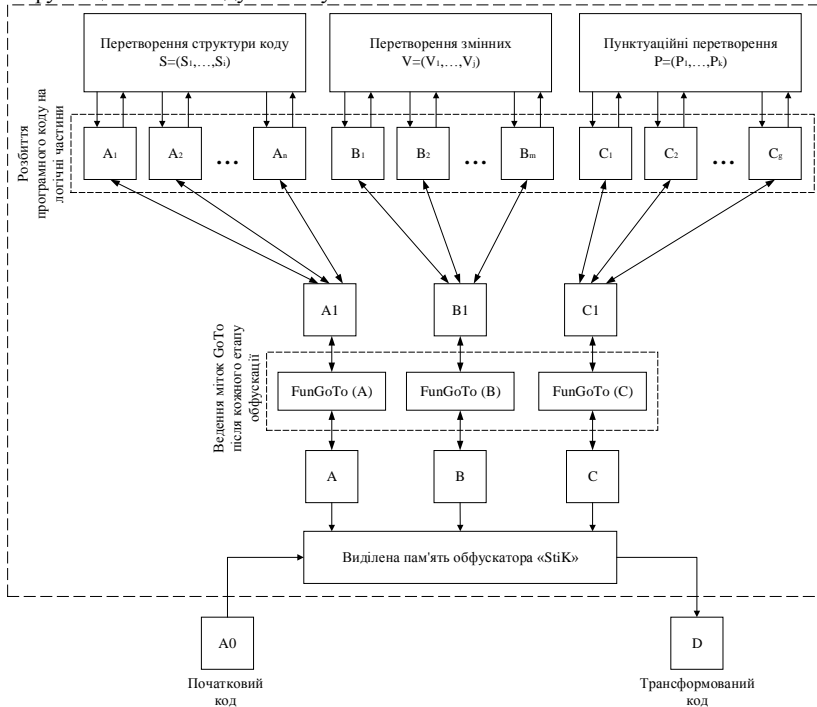


Рис. 1. Схема роботи обфускаційного методу захисту «StiK»

На основі даної схеми роботи удосконаленого методу «StiK» дали представлений його псевдокод.

Розроблена схема роботи обфускаційного методу захисту та представлений псевдокод відображають необхідну послідовність операцій удосконаленого обфускатора «StiK».

Input: *NameFile* – ім'я файлу із початковим кодом, перетворення S , P , V .

Output: *NameFileNew* – ім'я файлу із трансформованим кодом.

1. $A = \text{OpenFile}(\text{NameFile});$
2. $\{A_x\} = \text{DivFunction}(A)$, $A = (A_1, \dots, A_n)$, A_x – логічна частина A , $n \in N$,
 $x = \overline{1, n}$;
3. $\text{for}(x = 1; x \leq n; x++)$
 - 3.1. $\text{for}(x_1 = 1; x_1 \leq 3; x_1++)$
 - 3.1.1. $i = \text{FunRand}(S);$
 - 3.1.2. $A_x = \text{CodeStructure}(A_x, S, i)$, $i \in \overline{1, 6};$

- 3.2. $\{A_x\} = FunGoTo(\{A_x\})$;
- 3.3. $B = AssociationF(\{A_x\})$;
4. $\{B_y\} = DivFunction(B)$, $B = (B_1, ..., B_m)$, B_y – логічна частина B , $m \in N$,
 $y = \overline{1, m}$;
5. *for*($y = 1; y \leq m; y++$)
 - 5.1. *for*($y_1 = 1; y_1 \leq 2; y_1++$)
 - 5.1.1. $j = FunRand(V)$;
 - 5.1.2. $B_y = VariableFun(B_y, V, j)$, $j \in \overline{1, 4}$;
 - 5.2. $\{B_y\} = FunGoTo(\{B_y\})$;
 - 5.3. $C = AssociationF(\{B_y\})$;
6. $\{C_z\} = DivFunction(C)$, $C = (C_1, ..., C_g)$, C_g – логічна частина C , $g \in N$,
 $z = \overline{1, g}$;
7. *for*($z = 1; z \leq g; z++$)
 - 7.1. *for*($z_1 = 1; z_1 \leq 1; z_1++$)
 - 7.1.1. $C_z = PunctionFun(C_z, P, z)$;
 - 7.2. $\{C_g\} = FunGoTo(\{C_g\})$;
 - 7.3. $D = AssociationF(\{C_z\})$;
8. *Cheking*(D)
9. *WriteFile*($D, NameFileNew$)

Висновки. У роботі був проведений аналіз вже існуючих обфускаційних перетворень та існуючих методів захисту коду програм. З урахуванням отриманого аналізу був удосконалений метод захисту програмного коду «StiK». Розроблена вдосконалена схема роботи даного методу та представлений його псевдокод. У подальшому планується створити відповідний програмний додаток та провести експериментальні дослідження розробленого методу.

Список літератури

1. Кінзерявий В.М. Обфускаційний метод захисту програмного коду / В.М. Кінзерявий, І.В. Степаненко, І.Л. Лозінський // Вісник інженерної академії України : науковий журнал. – Київ, 2016. – Вип. 2. – С. 81-85.
2. Сучасні обфускаційні методи захисту програмного коду / І.В. Степаненко, В.М. Кінзерявий, А.А.А. Наджі, І.Л. Лізінський // Безпека інформації. Ukrainian Scientific Journal of Information Security. – 2016. – №1 – С. 32-37.
3. Collberg C. A taxonomy of obfuscating transformations / C. Collberg, C. Thomborson, D. Low. – Department of Computer Science, The University of Auckland, New Zealand, 1997. – 36 p.

Ю.Б. Коваленко, к.пед.н., М.В. Бурлака, Л.П. Рибалка
(Національний авіаційний університет, Україна)

Методи пошукової оптимізації сайту

В роботі проаналізовано передумови виникнення процесу SEO-оптимізації. Сучасні пошукові системи використовують складні алгоритми для визначення порядку видачі, саме тому необхідно використовувати всі методи SEO-оптимізації, щоб сайт і його контент відповідали існуючим стандартам.

Під поняттям «оптимізація сайту» розуміємо дії над елементами сайту і навколишнього його середовища, які призводять до поліпшення позиції в результатах пошуку по запитах, які цікавлять користувачів. Невід'ємними рисами пошукових систем є засекреченість алгоритмів, нестабільність результатів і низька швидкість індексації. Вони ускладнюють оптимізацію і призводять до великих труднощів при бажанні отримати гарантію результату.

Методи SEO-оптимізації, які показані на рис. 1, поділяють на три класи – по їх кольору (чорний, сірий і білий). Але такий поділ є досить умовним – прості дії з певними параметрами сайту пошукова система може сприйняти як небажаний вплив на його результати [4].

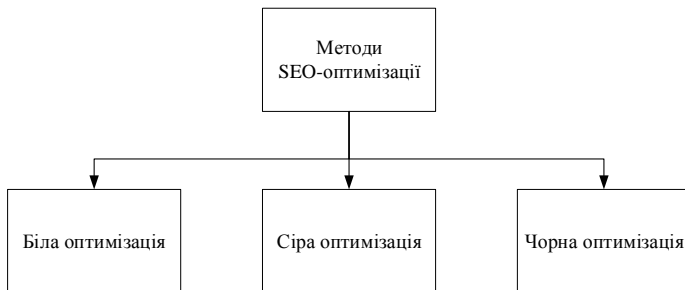


Рис. 1 Методи SEO

Методи SEO-оптимізації:

1. Біла оптимізація – оптимізатор виконує над ресурсом роботу, що не містить офіційно заборонених кожною системою пошуку методів розкручування ресурсу, які не мають впливу на пошукові алгоритми. Проводиться робота над самим сайтом, над його внутрішнім середовищем (навігація та вміст), а також робота з зовнішньою середовищем – просування сайту, який оптимізується, з допомогою прес-релізів, оглядів та реєстрації в соціальних закладках, партнерських програм. «Google» попереджує – якщо немає офіційної заборони щодо якого-небудь методу, це ще не говорить про те, що його можна застосовувати в оптимізації [1].

Біла схема пошукових систем має такий вигляд: створення сайту і закупка контекстної реклами. Для Яндекс – Яндекс Директ, для Гугла – Google Adwords. Саме контекстна реклама є основним доходом для пошукових систем, а пошукова оптимізація відбирає в них частину прибутку.

Білий метод SEO направлений на роботу з внутрішніми чинниками сайту. Просування за білими методами має такі напрями:

- створення контенту, який буде цікавим і корисним для читачів;
- зручне меню та навігація по сайту;
- проведення оптимізації заголовків, текстів та метатегів, які є на сайті;
- внутрішня перелінковка;
- оптимізація швидкості завантаження сайту;
- впровадження мікророзмітки schema.org;
- ліквідація проблем технічного характеру на сайті для полегшення індексації пошуковими роботами.

Оптимізація білими методами майже в усіх випадках проводиться в ручному режимі.

2. Сіра пошукова оптимізація складається з додавання великої кількості ключових слів в текст сторінки, через що часто виникають проблеми з читабельністю, наприклад: «Масло масляне, бо в ньому є масловиробничі маслянисті жири». Спочатку в процесі оптимізації проводиться підбір ключових запитів для обраної веб-сторінки, визначається розмір цільового «тексту SEO» та необхідна частота відображення ключових слів в ньому, далі під час формулювання пропозицій і фраз, які містять в собі ключові запити певну кількість фраз в різних відмінках (єдиному, множині), при різних формах дієслів. Після отриманні результатів видачі пошукових систем дані параметри можна скоригувати. У той самий час завданням SEO-копірайтера є написання оригінального тексту таким чином, щоб оптимізація була якомога менш помітна «справжньому» відвідувачу. Широким у застосуванні є включення ключового запиту в HTML-теги title, meta description, h1, alt, атрибут meta keywords [1].

Іншим прикладом сірої оптимізації є дорвей без редиректу. Тобто при потрапленні на дорвей автоматичне перенаправлення на просуwnий сайт не відбувається.

Сірі методи оптимізації відрізняються від чорного тим, що вони офіційно не заборонені, але сіра оптимізація все ж таки може бути розцінена як неприродний приріст у популярності сайту. Google та деякі інші пошукові системи можуть зробити тимчасове або постійне блокування такого ресурсу. Остаточне рішення про те, чи є законним той чи інший метод, приймає не сама програма, а модератор пошукової системи.

Ця оптимізація є компромісом між чорними методами, що порушують рекомендації пошукових систем і білими, у яких робота проводиться без порушень, тобто безпосередньо над сайтом).

До сірих методів можна віднести:

- розміщення посилань на форумах за тематикою і в коментарях на блогах в ручному режимі;
- розміщення вічних та орендованих посилань на платній основі;

- платне і безкоштовне розміщення статей з посиланнями на сайт;
- обмін тематичними посиланнями;
- обмін посиланнями в блогах;
- проведення накрутки поведінкових факторів;
- реєстрація в каталогах;
- прогони за профілями для розміщення в них посилань;
- розміщення оголошень на дошках оголошень;
- створення афілійованих сайтів;
- додавання сервісів соціальних закладок на сайт;
- просування публікаціями прес-релізів;
- розміщення гостьових постів і статей (до недавнього часу це був білий метод, але зараз Google почав карати як сайти, так і біржі гостьового блогінгу);
- додавання RSS стрічки в RSS агрегатори.

Коротко про сірі методи SEO-оптимізації – середні за швидкістю, ризиками, якщо грамотно застосовувати можливо досягання довготривалого ефекту.

3. Чорна оптимізація являє собою усі методи, які суперечать правилам пошукових систем. Можна виділити наступні: використання дорвеїв – сторінок та ресурсів, які створено для роботів пошукових систем, з великою кількістю ключів на сторінці, процес «клоакінг», коли користувачу надають одну сторінку, яка є читальною, а пошуковому роботу – іншу, яка оптимізується під будь-які запити, використання прихованого тексту на сторінках сайту, використання «однопиксельних посилань» [1].

У чорній оптимізації часто використовують злом сайтів з високим рівнем відвідуваності або безліч сайтів з невеликим рівнем відвідуваності для розміщення на них посилань на потрібні ресурси. Загалом посилання такого типу автоматично змінюються раз в декілька днів або тижнів за рахунок шкідливого коду чорного оптимізатора, який виявляється безкоштовними онлайн-сканерами сайту на віруси.

Особливо вразливі wiki-сайти, в яких не захищені зовнішні посилання інструкціями `rel = "nofollow"` та вікі-движки, які не мають такої функції. Навіть застосування капчі популярних форматів не зупинить спамерів, так як ТИЦ / PR у вікі-сайтів зазвичай підвищений.

Коротко про чорні методи SEO-оптимізації: швидко, високі ризики, короткочасний ефект.

Поняття чорних методів SEO має на увазі масовість та високий ступінь автоматизації, будь то створення контенту, сайтів або розміщення зовнішніх посилань.

Ризики потрапляння під фільтр або блокування пошуковою системою при використанні цього методу SEO є високими, тому «чорна» оптимізація для «білих» сайтів немає сенсу.

До чорних методів належать:

- масовий спам (по форумам, коментарів, гостьових книгах, сайтам на вікі движунгах, в соціальних мережах і т.д.);

- масове розміщення статей в безкоштовних каталогах статей, сайтах на вікі двигунах, на web 2.0 ресурсах,
- розміщення невидимого тексту і посилань на своєму сайті;
- автоматична генерація текстів;
- дорвеї – сайти (сторінки), в яких автоматично згенеровано текст і є висока щільність ключових слів, які оптимізуються під певні низько- і середньочастотні слова для того, щоб максимально зібрати трафік і отримати дохід завдяки йому;
- клоакінг – пошукові роботи та відвідувачі проглядають різний контент;
- автоматичне створення мереж блогів і сателітів;
- для залучення трафіку автоматично створюються тисячі відеороликів;
- автоматичний обмін посиланнями.

Розподіл на види SEO по кольорам є досить умовним, тому кожен фахівець має свою думку з цього приводу. Деякі вважають, що покупка посилань і статей тисячами є білим SEO. А інші – що будь-який SEO чорний за замовчуванням [2].

Кожен вид просування має свої цілі, інструменти, але вони підходять тільки для певного типу сайтів. Просування білого проекту чорними методами, і навпаки, не має сенсу

У плані безпеки того чи іншого виду оптимізації бувають несправедливі ситуації, коли сайт, який взагалі ніколи не просувався, не продавав і не розміщував на себе посилань, з унікальним контентом, потрапляє під фільтри або бан пошукових систем. Тобто використання тільки білих методів просування, на жаль, не гарантує, що на ваш сайт не будуть накладені санкції. Якщо сайт опублікований в інтернеті, є шанс, що він потрапить під фільтр або бан без будь-яких причин [3].

Найбільш доцільним є використання комбінованого білого і сірого SEO, а щодо використання сірих методів, то можливе застосування, але не всіх, а лише тих, що дають ефект.

Список літератури

1. Бабаев А., Евдокимов Н, Бодє М., Костин Е., Штарев А. Раскрутка. Секреты эффективного продвижения сайтов. — СПб.: Питер, 2013. — С.272.
2. Иванов И.И. SEO: Поисковая оптимизация от А до Я. URL:[http:// www.sbpup. com / seo-forum / poiskovaya _ optimizaciya _ v _ obshih _ chertah / seo_poiskovaya_optimizaciya_ot_a_do_ya/](http://www.sbpup.com/seo-forum/poiskovaya_optimizaciya_v_obshih_chertah/seo_poiskovaya_optimizaciya_ot_a_do_ya/) (дата обращения: 25.02.2017 г.).
3. Прохорова А.М. Регистрация сервера в поисковых системах, как часть инструмента поисковой оптимизации сайта // Наука, техника и образование. 2016. № 8(26). С. 54-57.
4. Яковлев А.А. Раскрутка и продвижение сайтов: основы, секреты, трюки. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 336 с.

Підвищення ефективності SSL сертифікатів шляхом вдосконалення геш-функції

В роботі запропоновано нову функцію гешування, розроблену шляхом вдосконалення геш-функції SHA-2. Вдосконалення стосувалось внесенням ряду змін: на етапі попередньої обробки вхідне повідомлення доповнюється псевдовипадковою послідовністю, збільшено кількість нелінійних функцій.

Вступ. На сьогоднішній день інформаційне забезпечення в режимі реального часу займає вагомe місце в діяльності організацій всіх типів господарювання та органів державної влади в тому числі. Через веб-портали організації висвітлюють результати своєї діяльності, надають он-лайн послуги та фінансові послуги, проводять фінансові операції та багато іншого. Органи державної влади через офіційні веб-портали та загальні реєстри забезпечують виконання вимог законодавства в частині надання адміністративних послуг та звернення громадян. Веб-браузери постійно розширюють свої функціональні можливості та надають користувачам можливість збереження своїх конфіденційних даних, документів, пошту та ін. У зв'язку з цим, з'явилась ще одна важлива задача, щодо забезпечення належного захисту інформації при обміні даними через веб-портали. Одним з найпоширеніших методів такого захисту є використання криптографічних SSL сертифікатів – цифрових сертифікатів, які забезпечують конфіденційний обмін даними між клієнтом та сервером шляхом використання шифрування з відкритим ключем. Однак сертифікат це не лише відкритий ключ з інформацією, а також цифровий підпис сервера чи веб-порталу, який реалізується за допомогою геш-функції. Однак, за останні роки кількість кібератак, в тому числі на веб-портали, збільшується в геометричній прогресії. На етапі розвідки хакери шукають вразливу інтернет інфраструктуру або слабкі місця в мережі, за рахунок яких можна отримати доступ до комп'ютерів користувачів і в кінцевому результаті проникнути в мережу тієї чи іншої організації [1]. Так були здійснені атаки на веб-портали Державної казначейської служби, Пенсійного фонду, Міністерства фінансів та інші організації в 2016 році. Тому підвищення ефективності цифрових сертифікатів, як найпоширеніших методів захисту обміну даними через веб-портали, є актуальним та потребує вдосконалення.

Метою даної роботи є підвищення ефективності SSL сертифікатів шляхом вдосконалення геш-функції SHA-512.

Основна частина. Геш-функції необхідні для «стиснення» інформації в образи (дайджести), які представляють собою бітові комбінації фіксованої довжини. Геш-функції сімейства SHA-2 користуються високою популярністю в додатках, пов'язаних із систематизацією, пошуком і захистом інформації. Основна роль геш-функції в надійності цифрових сертифікатів полягає в стійкості геш-функції до колізій першого роду. Тобто геш-функція повинна унеможливити підробку сертифікату, залишаючи при цьому той же підпис

засвідчувального центру. До недавнього часу в SSL-сертифікаті використовувалась геш-функція SHA-1. У зв'язку з виявленням численних колізій в SHA-1 [2], організаціями Microsoft, Google та іншими було ініційовано рішення про заміну функції гешування [3]. Починаючи з 2016 року в SSL-сертифікаті використовується геш-функція SHA-2. Однак обчислювальні технології не стоять на місці, потужність техніки зростає, і вже сьогодні багато робіт присвячено дослідженню крипостійкості геш-функції SHA-2, зокрема в роботах [4-7] було виявлено такі недоліки: знаходження колізій для усічених варіантів SHA-512 [4,5], знаходження першого та другого прообразу.

У зв'язку з вище зазначеним, було проаналізовано алгоритм шифрування геш-функції SHA-512 і його існуючі недоліки та було запропоновано вдосконалену функцію гешування, яка побудована на основі геш-функції SHA-512. SHA-512 побудована на основі архітектури Меркла - Дамгарта, суть якої полягає в ітеративному процесі послідовних перетворень вхідних блоків даних. Вхідне повідомлення M розбивається на частини однакового розміру, кожна з яких піддається обробці односторонньої функцією стиснення. Обчислення дайджесту повідомлення проходить ітераційно, обробляючи кожен i -й блок повідомлення через цикл з R -ітераціями (для $SHA-512$ $R=80$), і використовує 6 нелінійних функцій, константи і операції циклічного зсуву вправо ($ROTR$) та логічного зсувів вправо (SHR) на n - біт, щоб отримати результируючий дайджест. Сформований геш-функцією дайджест повідомлення має фіксовану довжину, незалежно від розміру вхідної інформації.

У вдосконаленій функції гешування оригінальна структура SHA-512 була збережена, проте було внесено ряд змін:

1. На етапі попередньої обробки пропонується доповнити вхідне повідомлення M псевдовипадковою послідовністю D_{salt} , так званою *salt*. Це дасть можливість оцінити стійкість геш-функції на теоретичному рівні, забезпечить підвищення стійкості цифрових підписів до атак знаходження другого прообразу.

2. Збільшено кількість нелінійних функцій. Додано 2 нові функції, що в свою чергу збільшує кількість операцій в процесі стиснення: $JQ(x, y) = (x + y) \oplus Rotr(x, y) \oplus \bar{y}$; $SH(x, y) = SH(x, 1) \oplus SH(y, 8)$.

3. Збільшення кількості нелінійних функцій призвело до зміни процесу стиснення (одного раунду).

Один раунд стиснення буде мати вигляд:

1. $F_{g_1} = T_8 \oplus Sigma(T_5) \oplus Ch(T_5, T_6, T_7) + W_i + K_i$
2. $F_{g_2} = Sigma0(T_1) \oplus Maj(T_1, T_2, T_3)$,
3. $F_{g_3} = JQ(T_3) \oplus Maj(T_2, T_3)$,
4. $F_{g_4} = SH(T_8, T_7) \oplus Sigma(T_8)$,
5. $T_8 = T_7 + F_{g_4}$; $T_7 = T_6$; $T_6 = T_5$; $T_5 = T_4 + F_{g_1}$;

$$T_4 = T_3; \quad T_3 = T_2 + F_{g_3}; \quad T_2 = T_1; \quad T_1 = F_{g_1} + F_{g_2}.$$

де T_i – вектори внутрішнього стану, $T_i \in V_{64}$ ($V_n = \{0,1\}^n$), $i = \overline{1,8}$,

W_i – слово, на які розбивається кожен m_i блок, $W_j^i (j = \overline{0,15})$: $m_i = (W_0^i, \dots, W_{15}^i)$,

K_i – константа, $K_i (i = \overline{0,80})$,

$Ch(x, y, z)$, $Maj(x, y, z)$, $Sigma0(x)$, $Sigma1(x)$, $Delta0(x)$, $Delta1(x)$ – нелінійні функції, що використовувались в оригінальному SHA-512:

$$Sigma0(x) = Rotr(x, 28) \oplus Rotr(x, 34) \oplus Rotr(x, 39),$$

$$Sigma1(x) = Rotr(x, 14) \oplus Rotr(x, 18) \oplus Rotr(x, 41),$$

$$Ch(x, y, z) = (x + y) \oplus (\bar{x} + z), \quad Maj(x, y, z) = (x + y) \oplus (x + z) \oplus (y + z),$$

$$Delta0(x) = Rotr(x, 1) \oplus XOR Rotr(x, 8) \oplus XOR SHR(x, 7),$$

$$Delta1(x) = Rotr(x, 19) \oplus XOR Rotr(x, 61) \oplus XOR SHR(x, 6),$$

JQ та SH – нові нелінійні функції, що були створені в запропонованому алгоритмі:

$$JQ(x, y) = (x + y) \oplus Rotr(x,) \oplus \bar{y},$$

$$SH(x, y) = SH(x, 1) \oplus SH(y, 8),$$

F_g – проміжне значення функції стиснення, що використовується в геш-функції.

Використання даних операцій дозволить зменшити кількість раундів у функції стиснення, що в свою чергу підвищить швидкість.

Висновки. Запропонована функція гешування може підвищити ефективність криптографічного захисту цифрових сертифікатів, що забезпечить більш надійний обмін конфіденційною інформацією в мережі. Метод потребує подальшого дослідження на надійність, швидкодію, стійкість до поширених методів криптоаналізу. В наступних роботах планується провести вищезазначені дослідження та зробити порівняння із прототипом.

Список літератури

1. Cisco. Річний звіт з інформаційної безпеки, 2017. <http://www.cisco.com/c/dam/m/digital/elq-cmcgblab/witb/1301152/ReportUKR.pdf>
2. Pierre Karpman, Thomas Peyrin, Marc Stevens. Practical Free-Start Collision Attacks on 76-step SHA-1 (<https://eprint.iacr.org/2015/530>)
3. SHA-1 Certificates in Chrome (<https://security.googleblog.com/2016/11/sha-1-certificates-in-chrome.html>)
4. Improving Local Collisions: New Attacks on Reduced SHA-256, Florian Mendel, IAIK, Graz University of Technology, Austria. P.17 (<https://eprint.iacr.org/2015/350.pdf>)
5. Analysis of SHA-512/224 and SHA-512/256 Christoph Dobraunig, Maria Eichlseder, and Florian Mendel. P.30 (<https://eprint.iacr.org/2016/374.pdf>)
6. Somitra Kumar Sanadhya, Palash Sarkar, 22-Step Collisions for SHA-2 (<http://arxiv.org/abs/0803.1220>)

*O.G. Korchenko, Dr.Sc., I.A. Tereykovsky, Dr.Sc., Y.S. Kosyuk
(National Aviation University, Ukraine)*

Method for evaluating the efficiency of devices with infrasound impact on the computer equipment functioning

Were analysed methods and means of infrasound impact on computer hardware of critical infrastructure. Was noted that a significant threat to critical infrastructure computer systems has a destructive impact caused by infrasound waves. There was made a research of these devices. Was constructed a directional pattern of infrasound radiation and a graph of dependence of infrasound radiation from the consumed power.

The analysis of the existing researches and the problem statement. The critical infrastructure of any country - is a big complex system of a strategic scale, which is a unity of a large number of elements of different types, united by bonds of different kinds and having a common property (purpose, function) that is different from the properties of individual elements of the totality [8, 9]. The use of vibration means of impact to critical objects includes providing the low-frequency impact on them. Transmission environment of such impact may be a ground and the air. Using the soil as a vibration transmission environment, the effectiveness of this impact implies high power losses and low efficiency indicator due to the use of anti-vibration tools in computer systems. According to this, the most dangerous vibration transmission environment is air. It determines the danger of the infrasound impact as the infrasound frequency is ultra-low and equal to the vibration. In addition, this type of impact is virtually invisible to the critical infrastructure staff [10].

Analyzing the works [15-17], it can be concluded that the approaches to the creation of means of infrasound impact are less known, or based on any one method of generation. Also, these researches do not include the classification of impact means neither according to the type infrasound generation, nor according to the signal transmission environment. In addition, in the majority of the analyzed works there are no preconditions for the development of an integrated approach for solving the problem of infrasound generation. The absence of all the aforementioned is causes because the authors describe some ways of generation with different values of the initial parameters for each of these methods not classifying them. Also, in the available literature the methods and means of generation of vibration impact are described schematically, and complex evaluation of their effectiveness is missed.

As a result of analysis of sources [2, 3, 7] for methods of infrasound radiation, based on the discussed methods and devices, there were constructed directivity patterns (Fig. 1) and a graph of dependence of infrasound radiation volume from the consumed power (Fig. 2).

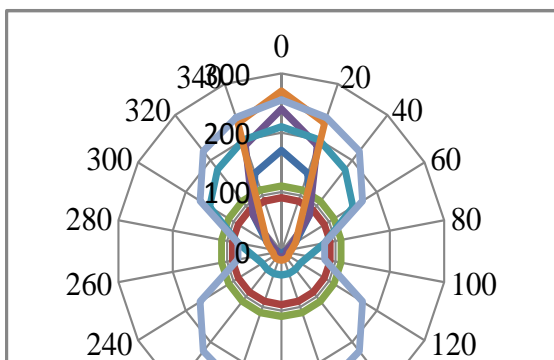


Fig. 1. Directivity pattern of the infrasound radiation

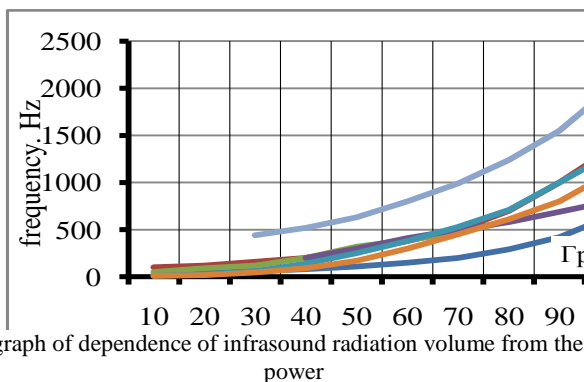


Fig. 2. A graph of dependence of infrasound radiation volume from the consumed power

In addition, the researchers have made it possible to propose a number of basic parameters by which to we can evaluate the effectiveness of infrasound radiation:

1. Minimum frequency – minimum frequency at which the coefficient of efficiency of the device is at least 30% from the coefficient of efficiency at the resonance frequency (Hz).

2. Maximum frequency – maximum frequency at which the coefficient of efficiency of the device is not less than 30% from the coefficient of efficiency at the resonance frequency (Hz).

3. Minimum volume – lower working volume threshold (dB).

4. Maximum volume – the upper maximum volume threshold at a distance of 50 m from the device (dB). As there is considered infrasonic radiators, which have not a significantly destructive effect on biological objects, then, as it was indicated hereinabove, the upper limit for this parameter is 120 dB.

5. Maximum capacity – maximum working power that can be achieved by using the components that are commercially available (W).

6. Weight return – approximate weight of the device, designed for a working volume of 120 decibels (kg).

7. Dimensional return – approximate size of the device (dimensions), calculated on a working volume of 120 dB (m³).

8. Directivity – infrasound signal radiation angle (rad).

9. Generation costs coefficient - the power expended on the generation of one decibel at a volume of 120 dB (W/dB).

10. Harmonics percentage in the signal – the maximum signal deviation from the standard (%).

11. Noise coefficient – volume noise ratio to the base signal volume (%).

12. The availability of accessories in sale – possibility to buy accessories, or to manufacture them without specialized equipment (0 or 1).

The formation of the list of basic parameters, make it possible to go to the second stage of the evaluation method development, which comprises a development of a mathematical apparatus for the calculation of the integral index of efficiency. Using the results of [1, 2], this expression is used:

$$v_{\Sigma} = \sum_{i=1}^I \alpha_i v_i, \quad (1)$$

where v_{Σ} – integral index of efficiency, α_i – weight coefficient of i base parameter,

v_i – value of i base parameter in a normalized form, I – amount of base parameters.

There should be noted that determining of the weigh coefficients values α_i requires a separate research. The significance of these parameters depends on the resources available to create infrasound radiator, and on the tasks that it must perform.

It should also be noted that the basic parameters have different units of measure. Furthermore, for different parameters the growth of their values has not only positive but also negative impact on efficiency. For example, an increase of the parameters $x_1, x_3, x_6, x_7, x_8, x_{10}, x_{11}$ negatively affects the integrated indicator of efficiency. At the same time an increase of the parameters $x_2, x_4, x_5, x_9, x_{12}$ has a positive effect on the integral indicator of efficiency.

Therefore, in order to use in the expression (1) values there must be done their normalization. According to [2], it is possible to use the following expressions:

$$v_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (2)$$

$$v_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (3)$$

where x_{\max}, x_{\min} – maximum and minimum value of the parameter x_i .

Expression (5) will be used for positively oriented parameters and the expression (6) - for negative oriented parameters.

From the standpoint of the problem, identifying the most effective infrasound radiation device is focused on the selection of devices for which the integral value v_{Σ} will have the highest value:

$$\text{If } \max_{v_{\Sigma}(j)} = \{ v_{\Sigma}(j) \}_J, \quad (4)$$

where $v_{\Sigma}(j)$ – integral index of efficiency for j device calculated with the help of expression (1), J – number of investigated radiators.

As a result, there can be proposed the following method of evaluation the effectiveness of infrasound radiation methods:

Step 1. As a result of the problem analysis to determine the list of available methods of infrasound radiation.

Step 2: In-depth analysis for the available methods of radiation to specify parameter values.

Step 3: Using the expressions (5, 6) to carry out normalization of parameters defined in the previous step.

Step 4. As a result of the analysis of the problem conditions of infrasound radiator creating to determine the values of weight coefficients.

Step 5: Using the expression (5) to determine the value of the integral index of the effectiveness of each of the available devices.

Step 6: Using the expression (6), from the standpoint of the problem, to determine the most effective infrasonic radiation device.

Let consider the use of the proposed method of evaluation the effectiveness on a concrete example. Let assume that it is possible to use all methods of radiation. Also suppose that the weight coefficients of all the parameters are the same and equal to 1. The task is to evaluate the efficiency of all available devices of infrasound radiation and to determine the most effective from them. Note, that the problem is conditional because of the same weight coefficients it does not taken into account neither the creation conditions of infrasound radiation devices, nor the features of their use.

In this case, evaluation of the effectiveness of different radiation devices begins with the step 2 in which, in accordance with the expressions there are calculated normalized parameters of effectiveness evaluation. For example, for HR normalized minimum frequency, which is negatively oriented parameter, in accordance with the expression is calculated as:

$$v_1 = \frac{12-1}{12-1} = 1 \quad (5)$$

For the same HR normalized maximum frequency, which is a positively oriented parameter, in accordance with the expression (6) is calculated as:

$$v_2 = \frac{90-25}{100-25} = 0,87 \quad (6)$$

References

1. Seilova N. Conceptual model to ensure the efficiency of neural network recognition of phonemes in distance learning [Text] / N. Seilova, L. Tereykovskaya, A. Nadgi // Vestnik KazNRTU. – 2016. – № 2 (114). – P. 345 – 351.

2. Tereykovskaya L. Prospects of neural networks in business models [Text] / L. Tereykovskaya , O. Petrov , M. Aleksander // TransComp 2015. 30 November – 3 December, 2015, Zakopanem, Poland. – P. 1539–1545.
3. Myasnikov L.L. Inaudible sounds, 2nd ed. – L.: Shipbuilding, 1967. – p.19.
4. OLMA Media Grupp. Personal Computer, 2007 – p.414.
5. William L. Ricketts. Electromagnetic pulse and methods of protection. – 1979.
6. Gliva V.A., Levchenko L.O., Perelot T.M. Spatial criteria of shielding low frequency magnetic fields, management of complex systems, num. 22, 2015.
7. Menshakov J.K. Protection of objects and information from reconnaissance equipment: Textbook. manual. M.: Russian state humanities. University Press, 2002
8. Keating, C, Rogers, R., Unal. R., Dryer, D., Sousa-Poza, A., Safford. R.. Peterson, W., Rabadi, G., 2003. System of Systems Engineerings Engineering Management Journal, Vol. 15, No. 3.
9. Jackson, M. C, 1991. Systems Methodology for the Management Sciences, New York: Plenum.
10. SDS 3.3 6.037-99 Sanitary norms of industrial noise, ultrasound and infrasound.- K.: Health of Ukraine, 1999.- 79 p.
11. Technical description and user manual of wind electrical installation WEU-500 number 90.9990.0000.0000.01.0.TO.- Dnepropetrovsk: SDO "Yuzhnoye", 1997. – 65 p.
12. Sokol G.I. Features of acoustic processes in the infrasound frequencies range.- Dnepropetrovsk: Promin, 2000.- 136 p.
13. Sokol G.I., Zavyalova M.P. Nature of whirling sound in wind // abstract of the 7th int. youth science and practical Conf. "Man and space" – Dnipropetrovsk. – NNTSAOMU- 2005.
14. Blokhintsev D.I. Whirling sound // ZHTF.- 1945.- 15.- 1-2 p.
15. Skuchik E. Fundamentals of acoustics: in 2 toms - M.: Mir, 1976.
16. J. Strett (Lord Rayleigh) Sound theory: in 2 toms - M.: GITTL 1955.
17. Webster A. G. Acoustical Impedance, and the Theory of Horns and of the Phonograph // Proc. Nat. Acad. Sci.– 1919.– 5.– P. 275-282.

*В.А. Швец, к.т.н., В.С. Фесенко, А.В. Швец
(Национальный авиационный университет, Украина),
А.С. Фесенко, (Национальный университет им. Т. Г. Шевченко, Украина),
В.В. Швец (Европейский университет, Украина)*

Использование преобразования Фурье в аутентификации по радужной оболочке глаза

Предложен новый метод выделения информативных признаков из изображения радужной оболочки преобразованием Фурье. Отличительным признаком различности радужных оболочек предлагается использовать огибающую коэффициентов Фурье. Полученные результаты показали, что огибающая коэффициентов Фурье достаточно информативна – имеет ярко выраженные максимумы, значительный разброс по амплитуде и имеет четкие отличия для изображений радужной оболочки глаза различных людей.

Радужная оболочка глаза (РОГ) является достаточно простым объектом для распознавания (если сравнивать с иными классами объектов). Однако с другой стороны, к системам распознавания по радужке предъявляются жёсткие требования по надёжности, точности и устойчивости выделения при наличии различных помех и изменениях условий съёмки. Идея распознавать людей по радужной оболочке появилась в 1987 у доктора Джона Даугмана и была запатентована в 1989. Алгоритм распознавания для чёрно-белых глаз, состоит из двух частей – сегментация и сравнение (получение *IrisCode*).

Методы получения *IrisCode* могут быть следующие: бинаризация по яркости пикселя РОГ (необходимо вычислять оптимальный порог бинаризации), или бинаризация с использованием 2D-вейвлетов Габора [1, 2]

Чтобы сравнить две радужки для полученных *IrisCode* строят дистанцию Хемминга, которая является мерой корреляции объектов. Чем меньше дистанция Хэмминга между двумя кодами, тем ближе друг к другу они расположены [1,2].

Недостатком обработки РОГ аппаратом Габора то, что обработка проводится в полярной системе координат, а затем в декартовой системе координат, но полярным аппаратом Габора, таким образом значительное время затрачивается на операции не относящиеся к основной задаче (преобразование координатной сетки) – получение *IrisCode*.

Проанализируем изображение, с точки зрения теории обработки сигналов, по оси X , зафиксировав координату y на середине изображения. В результате имеем: зону постоянного сигнала (маска), зона изменения сигнала по амплитуде (склера и радужная оболочка), зона постоянного сигнала (зрачок), зона изменения сигнала по амплитуде (склера и радужная оболочка), зона постоянного сигнала (маска). Все зоны по координате x при $y=\text{const}$ можно отобразить в виде графика (рис. 1).

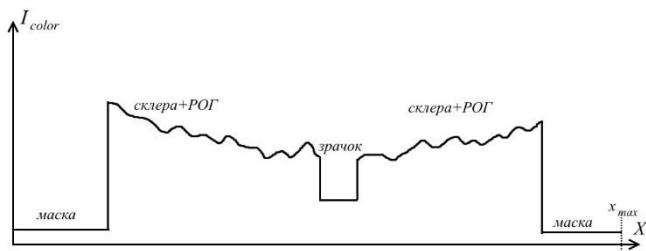


Рис. 1 Изменение цвета в изображении

Изображение РОГ представлено матрицей яркости пикселей $\mathbf{I}(N \times M)$.

Преобразуем матрицу пикселей \mathbf{I} в вектор пикселей \mathbf{rI} размерностью $k=N \times M$, путем конкатенации всех строк матрицы \mathbf{I} . Над вектором пикселей \mathbf{rI} проведем преобразование Фурье и получим комплексный вектор \mathbf{F} коэффициентов Фурье (1).

$$\mathbf{F} = \text{fft}(\mathbf{rI}). \quad (1)$$

Модуль спектра (коэффициентов Фурье) вектора \mathbf{F} представлен рис. 2.

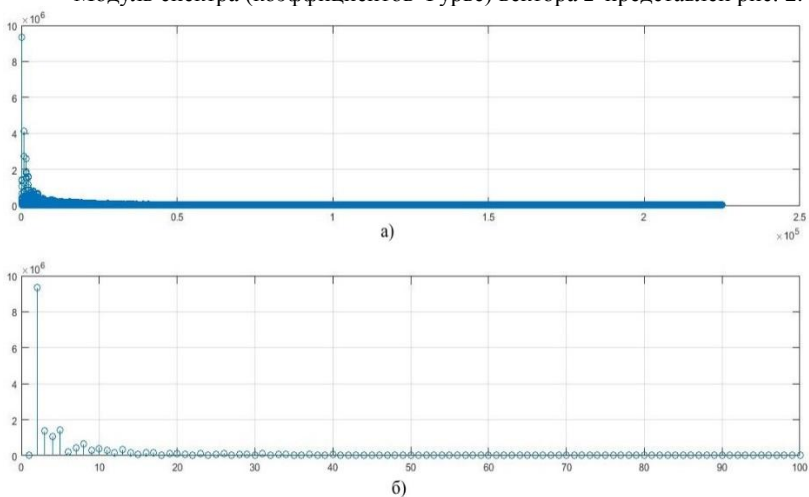


Рис. 2. Коэффициенты Фурье изображения РОГ

На рис. 2а представлен полный спектр, а на рис. 2б первых сто коэффициентов Фурье (ось ординат – значение коэффициента Фурье, ось абсцисс – индекс коэффициента Фурье).

Взяв во внимание то, что основная энергия сигнала сосредоточена в первых коэффициентах Фурье (рис. 2б) спектр (вектор \mathbf{F}) усекается до 128 коэффициентов (2) и коэффициент Фурье $\mathbf{F}(0)$ приравнен к нулю.

$$\mathbf{F}'(k) = \mathbf{F}(k), k = 0 \div 127. \quad (2)$$

Для повышения информативности проведем операцию преобразования Фурье над набором коэффициентов \mathbf{F}' (3), результат которого приведен на рис. 8.

$$i\mathbf{R} = \text{fft}(\mathbf{F}'). \quad (3)$$

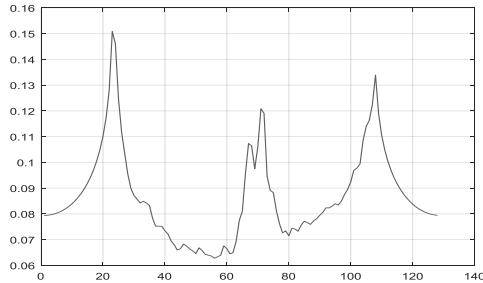


Рис. 3. Результат преобразования Фурье над вектором \mathbf{F}' , огибающая коэффициентов Фурье

Для получения огибающей коэффициентов Фурье (ОгКФ) предлагается следующая методика:

- получение прямоугольного изображения с камеры с определенными размерами $\mathbf{I}(x,y)$;
- сегментация, выделение области РОГ и получение информационного вектора \mathbf{rI} ;
- проведение операции преобразования Фурье над информационным вектором, вычисление вектора \mathbf{F} ;
- усечение вектора \mathbf{F} и проведение операции преобразования Фурье над вектором \mathbf{F} , вычисление вектора \mathbf{F}' .

Получим ОгКФ РОГ различных людей по методике описанной выше, а результат представим на рисунке (рис. 4).

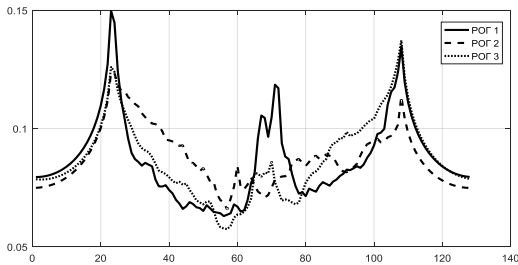


Рис. 4. Огибающая коэффициентов Фурье изображений РОГ различных людей

Из рис. 4 видно, что ОгКФ различных людей отличаются друг от друга, что подтверждает возможность использования коэффициентов Фурье в аутентификации человека.

Использование ОгКФ имеет свои достоинства: проведение всех операций только в декартовой системе координат, отсутствие сегментации РОГ, отказ от использования сложных фильтров Габора, однако есть и недостаток – использование преобразования Фурье над большим вектором входных данных в классическом базисе (базисе дискретно-экспоненциальных функций). Поэтому возникают некоторые ограничения: желательно использовать входное изображение размерностью 2^k по осям x и y , где $k \in 7 \div 9$ (определено экспериментальным путем) это дает возможность использовать только быстрые алгоритмы преобразования Фурье, РОГ должна быть локализована на изображении глаза или лица.

Выводы. В работе представлены результаты исследования коэффициентов Фурье полученных при обработке изображения РОГ и оценка их информативности. Полученные результаты показали, что огибающая коэффициентов Фурье достаточно информативна – имеет ярко выраженные максимумы, значительный разброс по амплитуде и имеет четкие отличия для изображений РОГ различных людей. Достоинством ОгКФ есть то, что для ее вычисления используется только пространство декартовых координат, что является естественным для обработки изображений, в работах [1-3] используется полярная система координат. Огибающая коэффициентов Фурье может быть рекомендована для использования в аутентификации по радужной оболочке глаза.

Список литературы

1. Daugman J. Biometric decision landscapes [Электронный ресурс] // *Technical Report No. TR482, University of Cambridge Computer Laboratory* Режим доступа: World Wide Web. – URL <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-482.pdf>
2. Daugman J. Demodulation by complex-valued wavelets for stochastic pattern recognition [Электронный ресурс] // *Int'l Journal of Wavelets, Multi-resolution and Information Processing*, 1(1), P. 1-17. Режим доступа: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/patrec.pdf>
3. Daugman J. and Cathryn Downing Epigenetic randomness, complexity, and singularity of human iris patterns [Электронный ресурс] // *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, P. 1737 - 1740. Режим доступа: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/roysoc.pdf>

Перспективи використання заперечуваного шифрування в галузі авіаперевезень

В статті обговорюється можливість використання алгоритмів заперечуваного шифрування проти сучасних криптографічних систем для захисту від атак на основі примушування стосовно абонентів криптографічних систем.

Сьогодні авіація є однією з найприбутковіших галузей бізнесу в усьому світі. Щодня її послугами користуються тисячі людей по всьому світу, а прибутки від перевезення вантажів перевищують десятки мільйони доларів. Сталий розвиток авіаційної галузі пов'язаний з інтеграцією інформаційних технологій. Проте використання інформаційних технологій несе деякі ризики, пов'язані з фізичною безпекою клієнтів авіакомпаній та захистом їх персональних даних. Прикладами таких ризиків є:

- розголошення або використання персональних даних клієнтів і службовців авіакомпаній задля власної вигоди або на замовлення;
- втручання в роботу бортових систем управління літаками, обладнання зв'язку та систем життєзабезпечення екіпажу та пасажирів із метою взяття під контроль, викрадення, знищення літака або завдання збитків репутації керівництва авіакомпанії;
- втручання в систему керування авіакомпанії з метою призупинення її роботи.

Більша частина ризиків описаних вище, а часом й усі, підпадають під категорію «кіберзагрози». Саме тому одним із напрямів діяльності таких компаній є створення підрозділів із захисту інформації [1]. Звичайно для цього користуються криптографічними засобами захисту інформації створеними за бази сучасних алгоритмів шифрування.

Сучасні криптографічні системи надають досить надійний рівень захисту інформації від несанкціонованого доступу. Хоча деякі з них і не забезпечують повну надійність [2, 13-14], проте вони забезпечують її на достатньому рівні (обчислювальна складність алгоритмів і велика довжина ключа роблять неможливим проведення більшості атак злоумисниками). Єдиний канал витоку інформації, який залишається – це людський фактор. Саме завдяки йому здійснюється близько 90% кібератак останнім часом. Причинами успіху таких атак можуть бути:

- недбале ставлення службовців компанії до вимог інформаційної безпеки;
- недбале ставлення користувачів до власної безпеки;
- нестача знань та досвіду задля забезпечення власної та корпоративної безпеки;
- застосування примушування стосовно операторів криптографічних систем.

На сьогоднішній день для вирішення цих проблем існують алгоритми, які реалізують захист інформації найрізноманітнішими способами. Але з часом їх ефективність слабшає, криптоаналітики знаходять все більше вад у їх структурі, про що свідчать публікації на відкритих ресурсах мережі Інтернет. Це, в свою чергу, сприяє намірам зловмисників у ході здійснення ними кібератак. Однак, як вже було сказано, ці алгоритми спираються лише на кілька критичних параметрів криптосистеми: довжину ключа та обчислювальну складність. Так у разі необхідності зловмисник може отримати необхідну інформацію або навіть доступ до неї від самого власника, із застосуванням примушування.

Алгоритми заперечуваного шифрування, засновані на поєднанні криптографії та стенографії, і використовуючи їх особливості дозволяють забезпечити захист користувачів від застосування примушування стосовно останніх. Такий підхід до безпеки інформації в комп'ютерних мережах і системах є досить актуальним.

Заперечуване шифрування є порівняно новим методом, який зарекомендував себе, як перспективний напрям у захисті інформації. В сучасній літературі для цього напрямку використовують такі ж поняття, як «неоднозначне», «суперечливе» або «заперечуване», вперше вжиті розробниками файлової системи Rubberhose Джуліаном Ассанжем і Ральфом Вейнменом у 1996 році, та було досконально вивчене в роботах таких вчених як Ран Канетті, Синтія Дворк, Моні Наор і Рафаїла Островського.

Заперечуване шифрування має на меті заперечення самого факту наявності даних, які зберігаються в зашифрованому вигляді [4-9]. Тобто користувачі фактично можуть заперечувати можливість дешифрування даних зі свого боку. Таким чином механізм заперечуваного шифрування викликає сумніви у зловмисника як у наявності даних, які зберігаються в зашифрованому вигляді, так і в спроможності користувача в дешифруванні останніх.

Криптограми, сформовані за допомогою алгоритмів заперечуваного шифрування, при дешифруванні надають можливість отримати декілька версій вихідного тексту та стверджувати, що усі ці тексти були зашифровані у вихідній криптограмі. Таким чином користувач, який отримує зашифроване повідомлення, не володіє достатньою інформацією для ідентифікації секретного та фіктивного повідомлень (рис. 1):

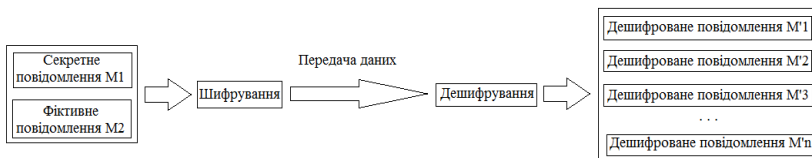


Рис. 1. Механізм роботи заперечуваного шифрування

Неоднозначне шифрування допускає [3], що із зашифрованого повідомлення можна дешифрувати будь – який осмислений текст в залежності

від використаного ключа шифрування. Даний факт дозволяє адресату відмовитися від ключа шифрування у випадку його компрометації.

Згідно з принципами заперечуваного шифрування, викладеними вище, можна вивести ще один принцип заперечуваного шифрування, який базується на використанні третьої довіреної сторони. Приведені механізми шифрування можна застосувати для захисту повідомлень за двома сценаріями:

- шифрування двох повідомлень із можливістю дешифрування останніх;
- шифрування двох повідомлень із можливістю дешифрування лише одного з двох останніх.

Згідно з першим сценарієм процес шифрування повідомлень передбачає виконання наступного алгоритму.

Крок 1. Абонент «Аліса», бажаючи таємно передати повідомлення абоненту «Карл», формує два ключа – секретний та публічний, які використовуються в процесі шифрування, та передає один або два ключі абоненту «Карл».

Крок 2. Абонент «Аліса» формує фіктивне повідомлення M_1 , яке містить інформацію за випадковою тематикою, та секретне повідомлення M_2 , комбінація яких формує криптограму C , що відправляється абоненту «Карл» по відкритому каналу.

Крок 3. Абонент «Карл», використавши передані йому ключі, дешифрує вихідне секретне повідомлення M_2 , а при бажанні й фіктивне повідомлення M_1 .

Крок 4. Абонент «Боб» перехоплює криптограму, що передається абоненту «Карл», і, використовуючи «примушування», змушує абонента «Аліса» дешифрувати перехоплену криптограму.

Крок 5. Абонент «Аліса», використовуючи публічний ключ, дешифрує фіктивне повідомлення і передає останнє абоненту «Боб».

Таким чином, абонент «Боб» вводиться в оману отримавши фіктивне повідомлення (рис. 2).

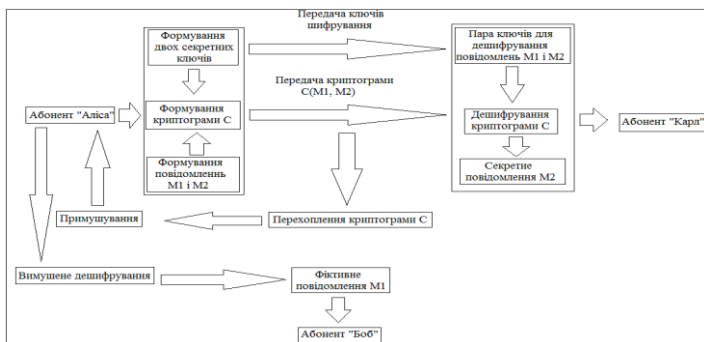


Рис. 2. Схема заперечуваного шифрування із можливістю дешифрування обох повідомлень

Використовуючи інший сценарій, абонент «Аліса» може передати одну й ту саму криптограму абонентам «Боб» і «Карл». При цьому абонент «Боб», використовуючи свій ключ, дешифрує фіктивне повідомлення M_1 , а абонент «Карл» – дешифрує секретне повідомлення M_2 .

Усі алгоритми заперечуваного шифрування побудовані на схемах шифрування з відкритим ключем, так як останні є досить зручними та надійними для захисту інформації, що передається мережою (не виключено можливість використання симетричних схем). До таких алгоритмів можна віднести алгоритми заперечуваного шифрування:

- Рана Канетті [4];
- на базі протоколу RD – PKE (І. Ібрахіма);
- на базі протоколу BCP (JingQing Wang, Bo Meng) [7];
- на базі розширеної криптографічної схеми Рабіна (Молдовян М.О., Горячевий О.О.) [5];
- на основі асоційованого алгоритму ймовірнісного шифрування (Голдвасер Ш., Мікалі С.) [6].

Висновки

Перелічені алгоритми заперечуваного шифрування мають особливості [11], які надають їм ряд переваг перед традиційними криптографічними системами, у разі їх застосування:

- невелика довжина ключа;
- значний ступінь захисту (обчислювальна та алгоритмічна стійкість);
- безпека даних і їх власників;
- стійкість у часі (подекуди).

Вадою алгоритмів заперечуваного шифрування є етап реалізації механізму дешифрування. Оскільки на етапі дешифрування криптограм здійснюється, умовно, вибір повідомлень, які будуть дешифровані оператором, то такі вимоги, як простота та відкритість алгоритму, можуть стати перешкодою для їх використання (як і для будь-якого алгоритму взагалі).

Сучасні системи захисту інформації, обладнані підсистемами шифрування, забезпечують досить значний ступінь захисту інформації, але не повний. Основною проблемою є участь у операторів у роботі системи захисту, що створює новий вектор атаки для зломисників, на основі примушування [14]. Для вирішення цієї проблеми запропоновано використання алгоритмів із неоднозначного шифрування, оскільки воно забезпечує захист не лише інформації, у криптограмі, а й власне оператора, який працює з ними.

Список літератури

1. Вовк С. Авіакомпанії стали серйозніше ставитися до хакерським атак [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: http://cfts.org.ua/news/2016/07/11/aviakompanii_stali_sereznee_otnositsya_k_khakerskim_atakam_35027

2. Schneier B. Deniable File System [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: www.schneier.com/blog/archives/2006/04/deniable_file_s.html. – Last access: 2015. – Title from the screen.

3. Sebek M. Master Thesis: Deniable Encryption [Electronic resource] / M. Sebek // Charles University – Prague, 2012. – Mode of access: www.karlin.mff.cuni.cz/~sebek/research/deniable-encryption-thesis.pdf. – Last access: 2012. – Title from the screen.

4. Canetti R. Deniable Encryption [Electronic resource] / R. Canetti, C. Dwork, M. Naor, R. Ostrowsky // Advances in Cryptology – CRYPTO, 1997: Proceeding. – Mode of access: www.wisdom.weizmann.ac.il/~naor/PAPERS/deniable.pdf. – Last access: 1997. – Title from the screen.

5. Молдовян Н.А. Расширение криптосхемы Рабина: алгоритм отрицаемого шифрования по открытому ключу [Текст] / Н.А. Молдовян, А.А. Горячев, М.А. Вайчикаускас // ВЗИ. Журнал по вопросам защиты информации, ФГУП «ВИМИ». – 2014. – № 2. – С. 12–16.

6. Фисун С.Н. Комбинированный алгоритм вероятностного шифрования [Электронный ресурс] / С.Н. Фисун, О.И. Куржиевская // Изд-во СевНТУ, 2010. – № 101. – С. 37–40.

7. Klonowski M., Kubiak P. and Kutyłowski M. “Practical Deniable Encryption,” SOFSEM 2008: Theory and Practice of Computer Science, 34th Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science, Nové Smokovec, Slovakia, January 19–25, 2008. P. 599–609.

8. E.Bresson, D. Catalano, and D. Pointcheval, “A simple public key cryptosystem with a double trapdoor decryption mechanism and its applications”. In: Lai H CS, ed. *Aciaacrypt 2003*. LNCS 2894, Berlin: Springer–Verlag, 2003. P. 37–54.

9. Молдовян А.А., Березин А.Н., Михтеев М.С. Отрицаемое шифрование на основе стандартной инфраструктуры открытых ключей / Молдовян А.А. // [Электронный ресурс]: материалы IX Межрегиональной научно-практической конференции / под ред. О.М. Голембиовской. – Брянск: БГТУ, 2015.

10. Биричевский А.Р. Способ применения отрицаемого шифрования для хранения ключей [Электронный ресурс]: материалы IX Межрегиональной научно-практической конференции / под ред. О.М. Голембиовской. – Брянск: БГТУ, 2015.

11. Гальченко А.В. Дипломний проект "Дослідження перспективних алгоритмів шифрування" [Текст] // Вид-во ЗНТУ, 2015. – С. 34–42.

12. Николенко С. Алгоритм Шора [Электронный ресурс] // Криптография — АУ РАН, – 2011.

13. Daniel Genkin, Adi Shamir, Eran Tromer RSA Key Extraction via Low-Bandwidth Acoustic Cryptanalysis / Adi Shamir [Electronic resource]. // Weizmann Institute of Science, – 2013. – Mode of access: <https://www.tau.ac.il/~tromer/papers/acoustic-20131218.pdf>. – Last access: 2015. – Title from the screen.

14. Козіна Г.Л. Заперечуване шифрування / Козіна Г.Л., Гальченко А.В. // Тиждень науки – 2015: Тези доповідей щорічної наук. – практ. конф. викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів, студентів ЗНТУ, Запоріжжя, 13–17 квітня 2015 р. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015.

В.Г. Кононович, PhD, М.Г. Романюков
(Одеський національний політехнічний університет, Україна, Одеса)
І.В. Кононович
(Одеська національна академія харчових технологій, Україна, Одеса)

Основні контури програмно-технічного забезпечення інформаційної безпеки держави

Розглядаються поточні задачі програмно-технічного забезпечення системи інформаційної та кібернетичної безпеки (ІКБ) в Україні. Показується доцільність уніфікації управління сферами ІКБ, автоматизації процесів забезпечення ІКБ. Обґрунтовується правомірність і доцільність введення соціально-психологічного захисту інформації (СПЗІ) в рамках ІКБ. СПЗІ розподіляється на категорії, залежні від умов часу інформаційної війни та мирного часу. Пропонуються механізми контентної та поведінкової безпеки на період мирного часу.

Значним досягненням сьогодення є прийняття «Стратегії кібербезпеки України» (2016), «Доктрини інформаційної безпеки України» (2017) та численних «Концепцій», запропонованих фахівцями, що заклали основи побудови системи забезпечення інформаційної та кібернетичної безпеки держави. Почалася кропітка робота по створенню всього комплексу задач нормативно-правової, програмно-технічної, організаційної і т.д. бази. Стоїть задача розробки бази, подібній тій, що створена для технічного, криптографічного захисту та інформаційної безпеки інформаційно-комунікаційних систем. А це лише нормативних документів для КЗЗ та КСЗІ більше двох сотень. Метою даної роботи є визначення цілей та основних рис і сучасних тенденцій розвитку програмно-технічного забезпечення систем інформаційної безпеки держави. Сконцентруємося навколо наступних задач: інтеграція та уніфікація сфер інформаційної безпеки держави; розрізнення функцій забезпечення інформаційної безпеки у воєнний та мирний період; накреслення основної структури автоматизованої системи забезпечення інформаційної безпеки держави; визначення механізмів інформаційної безпеки мирного часу.

Інтеграція сфер інформаційної безпеки держави. Традиційно виділяють дві головні сфери інформаційної безпеки держави в процесі інформаційної війни: інформаційно-психологічні та інформаційно-комп'ютерні впливи та заходи захисту власної інформаційної сфери, а також радіоелектронну боротьбу [1, с. 77]. Автори, слідом за [2] розрізняють сфери мережної безпеки, контентної безпеки та сферу людської поведінки (індивідуальної та колективної свідомості людей) і додають сферу роботи безпеки [3]. Фахівці «Львівської політехніки» останню сферу вводять як сферу «захисту кібер-фізичних систем». Незважаючи на різноманітність природи цих сфер, вони мають інтегруватись, принаймні, у питаннях управління, планування та організаційних заходів. Інтеграція підвищить ефективність і

підвищить якість і кількість послуг безпеки, зменшить людино-ємність побудови та експлуатації системи інформаційної безпеки подібно інтеграції конвергенції та уніфікації у телекомунікаціях, які відносяться до найскладніших штучних систем у всесвіті. У галузі інформаційної безпеки прикладом є комплексні системи інформаційної безпеки, що інтегрують у собі технічний захист інформації, інформаційну безпеку інформаційно-комунікаційних систем та криптографічні засоби захисту.

Автоматизація системи забезпечення інформаційної безпеки держави та функції системи. Операції інформаційного впливу дуже критичні до часу і тривалості їх проведення [4, с. 45]. Невиконання графіку інформаційної операції може привести до зриву операції та недосягнення її цілей. Вартість протидії зловмисному інформаційному впливу зростає з ростом запізнювання протидії. Тому системи інформаційної безпеки держави мають бути автоматизованими, по можливості, на всіх етапах її функціонування: моніторингу інформаційного простору, виявлення інформаційного впливу, планування, тренування та проведення інформаційних операцій. «... Виробництво практично всіх компонент інформаційної операції вже поставлено на промислову основу: від вірусів, націлених на автоматизовані об'єкти військового та промислового призначення, до генераторів повідомлень у вигляді текстів, голосових повідомлень за заданими голосовими характеристиками або відео сюжетів по заданій вхідній «картинці» [5, с. 4]» (переклад наш).

Згідно монографії [5] структура системи інформаційної безпеки держави (та національної безпеки) повинна включати в себе наступні функції: моніторинг інформаційного простору на предмет виявлення інформаційних операцій, зокрема, оцінку ефективності перепрограмування суб'єктів (людей та/або автоматизованих систем) інформаційного впливу; промислової генерації інформаційних матеріалів; проведення спеціальних дій в технічній і соціальній сфері у ході здійснення інформаційних операцій, зокрема DDOS атаки, автоматичне подолання захисту інформаційних систем та захисту від роботів, захист мультимедійного контенту від видалення та блокування доступу, приховування IP-адреси; планування та моделювання інформаційних операцій, зокрема, формування матриці дій, плану інформаційної операції; моделювання інформаційної операції, зокрема математичне моделювання розповсюдження чуток.

Розмежування функцій системи забезпечення інформаційної безпеки держави мирного і воєнного часу. З погляду цинічної та людиноненависницької «Теорії інформаційної війни» Расторгуєва С.П різниці між термінами «інформаційна війна», «інформаційна боротьба», «інформаційне протистояння» нема. Дійсно, «в силу того, що проблема створення алгоритму визначення початку інформаційної війни у загальному вигляді відноситься до алгоритмічно не вирішуваних проблем [5, с. 24]», інформаційні бойовиська можуть протікати ще в «мирний час».

Але війни мають колись закінчуватись і з моральних очікувань після війни інформаційні протистояння повинні мати інший характер. Об'єктивно, під час воєнного часу в інформаційній війні застосовуються переважно дії

«знищення» («загибелі») та зміни структурних зв'язків. Війна застосовується людством, як правило, для вирішення не вирішуваних іншими способами проблем. Під час війни все (правила, мораль ...) спрощується. Дії «народження» («створення») застосовуються переважно для розвитку озброєнь і військового потенціалу. Навпаки, в післявоєнний час головними стають дії «народження» для відновлення зруйнованого, подальшого розвитку людини, суспільства, держави та людства перед лицем майбутніх космічних звершень, розвитку нових технологій та збереження екологічних властивостей Землі. Інформаційний вплив набирає постійного, поступового, цілеспрямованого й передбачуваного характеру. Агресивна конкуренція та незаконні форми конкурентної розвідки засуджуються.

Механізми програмно-технічної підтримки системи забезпечення інформаційної безпеки в мирний час. Згідно сучасних уявлень на організації майбутнього [6, с. 56] на землі сьогодні існують одночасно суспільства з різними стадіями соціально-культурного розвитку. Пізніші стадії не «кращі» за більш ранні. Вони «складніші» за більш ранні. Кожен рівень має свої світлі і темні сторони, здорові і нездорові прояви. «Кожен етап еволюції включає у себе попередній і виходить за його межі». Тому під час війни більш розвинуте суспільство має реагувати і проявляти поведінку менш розвинутого суспільства. Так інформаційний вплив у відповідь на силовий вплив не буде мати ефекту внаслідок іншої моделі навколишнього світу, простого нерозуміння і відкидання смислу інформаційних елементів. Необхідно відповідати на локальну війну адекватними діями, давати відсіч ворогу. Використовуючи доступні нам засоби.

Навпаки, в мирний час менш розвинуте суспільство може демонструвати, правда тимчасово, поведінку більш розвинутого. При цьому діє жорстке правило поступовості еволюційного розвитку. Виходячи з цього, для періоду мирного після військового часу можливо застосування механізмів інформаційної безпеки, які будуть дієвими не тільки для мережної безпеки, а й для контентної безпеки. Для останньої важко реалізувати ефективний захист інформації «на льоту». Тут доцільні механізми, які діють, може й не «миттєво», а довгочасно і роблять майбутню розплату за порушення безпеки невідворотною. Пропонуються такі механізми, як визначення ідентичності та управління визначенням ідентичності і механізми «управління довірою і репутацією».

Механізми визначення ідентичності описані авторами в [7]. Управління довірою і репутацією застосовано в мережах з рівномірно розподіленим інтелектом, тобто з рівноправними вузлами. Це так звані пірінгові мережі (P2P мережі), в яких всі вузли, включаючи кінцеві вузли, виконують однакові функції.

Управління довірою поділяється на такі задачі [8]:

- рекомендоване обмеження локальною мережею. Величина довіри одного користувача визначається дослідженням обмеженого числа інших користувачів. У цьому випадку широко використовується простий метод місцевої широкомовної передачі. Звичайно обмежуються P2P мережею малого масштабу, як наприклад маленькою локальною обчислювальною мережею.

Для більшої мережі оцінки величини довір'я часто стають істотно неточними.

- публічна інфраструктура ключів. У цій інфраструктурі є декілька центральних вузлів, які контролюють всю мережу і регулярно сповіщають щодо зміни вузлів. Законність і ефективність цих центральних вузлів гарантована атестатами відповідності чинним нормативно-правовим документам. Така роду системи мають залежність від центра і певні проблеми, наприклад, із здатністю розширення та аспектами законності окремих вузлів.

- репутація. Величина довіри пір вузлів обчислюється через зворотний зв'язок транзакцій з кожним із них. Величина довіри користувачу обчислюється після оцінки і статистичного аналізу такого зворотного зв'язку.

- основна роль. У заснованій на ролі моделі довіри P2P, величиною довіри певного пір вузла визначається його статус користувача мережі, і за статусом користувача можуть плануватись його відношення з іншими користувачами. Нормально, у такій модель застосовується функція для обчислення величини довіри кожного вузла. Також застосовується простий, мало затратний алгоритм, який дозволяє користувачу перевірити асиметричність довіри у взаємовідносинах між двома користувачами.

Висновки. Запропоновані у даній роботі механізми забезпечення інформаційної безпеки держави мирного часу, засновані на довірі і визначенні ідентичності та управління визначенням ідентичності, дозволять підвищити ефективність управління системою інформаційної, інформаційно-психологічної та кібернетичної безпеки.

Список літератури

1. Богуш В.М., Юдін О.К. Інформаційна безпека держави. – К.: “МК-Прес”, 2005. – 432 с.
2. Ларина Е.С. Социальная физика Девида Пентланда и поведенческие войны [Электронный ресурс] / Е.С. Ларина. 2016. – 4 с. – Режим доступа: <http://spkur-dyumov.ru/biology/socialnaya-fizika-devida-pentlanda-i-povedencheskie-voyny>.
3. Kononovich V., Dubovoj J., Kononovich I. Transformation of cybersecurity critical infrastructure and robot's security / Proceedings the seventh World Congress “Aviation in the XXI-st Century”. – “Safety in Aviation and Space Technologies” Vol. 1.10. Cybersecurity in aviation. September 19-21, 2016. Kyiv, Ukraine. P. 1.10.4 – 1.10.9.
4. Расторгуев С.П. Математические модели в информационном противоборстве. Экзистенциальная математика. – М.: АНО ЦСОиП, 2014. – 260 с.
5. Расторгуев С.П., Литвиненко М.В. Информационные операции в сети Интернет / Под общ. ред. А.Б. Михайловского. – М.: АНО ЦСОиП, 2014. – 128 с.
6. Лалу, Фредерик. Открывая организации будущего / Фредерик Лалу ; пер. с англ. В. Кулябиной ; [науч. ред. Е. Голуб]. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 432 с.
7. Кононович В. Г. Визначення ідентичності об'єктів у системі соціальної та інформаційної безпеки / В. Г. Кононович, І. В. Кононович, С.В. Стайкуца, О.О. Цвіль // Сучасний захист інформації. – 2015. – № 1. – С. 19-27.
8. ITU-T Recommendation X.1162. Security architecture and operations for peer-to-peer networks. C. 18.

Принципи побудови системи захисту інформації в автоматизованих системах

Розглянуто деякі принципи побудови системи захисту, проблеми забезпечення захисту інформації, вимоги до процесу інформаційного обміну системи захисту інформації та деякі проблеми захисту інформації в автоматизованих системах.

Сучасний етап розвитку інформатизації характеризується необхідністю переходу до створення глобальних територіально розподілених автоматизованих інформаційно-аналітичних систем.

Одним із найважливіших показників надійності автоматизованої системи є забезпечення цілісності та конфіденційності інформації. Основні вимоги до інформаційної безпеки автоматизованої системи визначені Законом України «Про захист інформації в автоматизованих системах». Комплексне вирішення проблеми технічного захисту інформації в автоматизованій системі потребує глибокого аналізу архітектури системи, методів і технологій обробки інформації з метою визначення максимально повного складу потенційних загроз інформаційної безпеки, побудови ефективної моделі стратегії захисту інформації і способів її реалізації.

Серед проблем забезпечення захисту інформації можна виділити питання організації та інженерних рішень, які потребують специфічного підходу вже на стадії попереднього проектування автоматизованої системи.

З метою забезпечення принципів відкритої архітектури система захисту інформації має:

- будуватися на основі штатних вмонтованих механізмів захисту інформації базового програмного забезпечення;
- мати модульну структуру;
- підтримувати централізоване адміністрування в неоднорідному середовищі робочих станцій та серверів.

Для здійснення управління доступом і захистом інформації в різномірних автоматичних системах обрана доменна організація системи захисту інформації. Домен системи захисту інформації від несанкціонованого доступу – це програмно-апаратний комплекс, що здійснює захист територіально відокремленої частини автоматизованої системи. Взаємодія між доменами системи захисту полягає в передачі команд віддаленого управління від одних доменів до інших і поверненні інформації про результати виконання цих команд. Обмін інформацією між доменами здійснюється через обчислювальну мережу.

Для забезпечення централізованого управління системою захисту інформації використовується ієрархічна організація доменів. Між доменами існує відношення підпорядкування, тобто можливості віддаленого управління

одних доменів іншими. Причому, ці домени мають бути пов'язані обчислювальною мережею чи безпосередньо, чи через домени проміжних рівнів ієрархії.

Процес інформаційного обміну системи захисту інформації задовольняє наступним вимогам:

- взаємна автентифікація компонент, що приймають участь у процесі;
- розпізнається коректне та некоректне (внаслідок розриву зв'язку) припинення процесу інформаційного обміну;
- захист інформації, інформація передається по каналах зв'язку в криптографічному захищеному вигляді;
- контроль цілісності інформації;
- забезпечує гарантовану доставку інформації;

Основною програмно-апаратною компонентою домену є монітор безпеки.

Монітор безпеки складається з наступних основних функціональних компонент:

- засоби опису моделі об'єкта управління;
- засоби опису параметрів функціонування монітора безпеки.

Забезпечують вказування загальних параметрів функціонування монітора; параметрів зв'язку з суміжними доменами та АРМами адміністратора системи захисту;

- засоби аудита. Забезпечують вибірку інформації про події, що були зареєстровані в процесі роботи монітора безпеки, та генерацію звітів про ці події. Наявність механізму селекції подій дозволяє вибирати тільки ті події, що задовольняють заданим критеріям.

- засоби інтерфейсу з суміжними доменами. Забезпечують можливість віддаленого управління доменами нижчих рівнів ієрархії та прийняття команд віддаленого управління від доменів вищих рівнів ієрархії.

- засоби інтерфейсу з АРМами адміністратора безпеки. Забезпечують з'єднання з монітором безпеки довільної кількості АРМів адміністратора безпеки, з яких здійснюється управління засобами безпеки.

- засоби забезпечення процесів захисту. Здійснюють загальне управління функціонуванням системи захисту інформації, забезпечують процеси автентифікації користувачів, санкціонування та блокування доступу користувачів до ресурсів, реєстрації подій, які впливають на безпеку об'єкта управління, управління засобами оперативного реагування. До функцій засобів забезпечення процесів захисту також належить контроль цілісності ресурсів системи захисту інформації, її тестування та діагностика.

- база даних системи захисту. Виконує функції зберігання моделі автоматизованої системи, правил розмежування доступу, параметрів функціонування монітора безпеки та журналу реєстрації подій. Також являє собою буфер передачі інформації між доменами, між монітором безпеки та проблемно-орієнтованими засобами захисту в разі, коли зв'язок встановлюється у певні моменти часу чи за запитами адміністратора безпеки.

Монітор підсистеми безпеки, як основна програмно-апаратна компонента системи захисту інформації, може функціонувати в трьох режимах.

- мережевий режим. Забезпечує функціонування монітора безпеки на центральному, регіональному, та місцевому рівнях ієрархії, пов'язаних обчислювальною мережею.

- автономний режим. За умови відсутності зв'язку з іншими рівнями ієрархії монітор безпеки здатний функціонувати в автономному режимі. Автономний режим роботи також використовується при немережевому варіанті функціонування монітора безпеки.

- режим гарячого резерву. З метою підвищення надійності системи захисту інформації передбачається режим дублювання функцій її основних компонент. У цьому випадку до підсистеми безпеки включається резервний монітор, до функцій якого входить підтримка бази даних гарячого резерву. У випадку відмови основного монітора безпеки, його функції бере на себе резервний монітор, забезпечуючи таким чином неперервність роботи системи захисту інформації в цілому.

Наведені принципи не можуть відображати всієї повноти проблем, що виникають при побудові системи захисту інформації в різномірних автоматизованих системах.

Висновки

У роботі були розглянуті деякі принципи побудови системи захисту інформації в автоматизованих системах. Детально було розглянуто систему захисту телефонних каналів, проблеми захисту інформації в АС та захист інформації в мережах АТМ. Поняття «Управління інформації» в телекомунікаційних системах слід відносити до усіх її ділянок, розуміючи під «управлінням» обов'язкове виконання вимог політики безпеки та гнучке реагування на зміну ситуації.

Список літератури

1. Хорошко В.А., Чекатков А.А. Методи и средства защиты информации / Под ред. Ю.С. Ковтанюка – К.: Издательство Юниор, 2003.-504., с, ил. ISBN 966-7323 – 29-3.
2. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф.; Под ред. В.Ф.Шаньгина. - М.: Радио и связь, 1999. - 328с.
3. Гордиенко В.Н., Ксенофонтов С.Н., Кунегин С.В., Цыбулин М.К. Современные высокоскоростные цифровые телекоммуникационные системы. Ч. 2. Основы технологии АТМ: Учебное пособие / МТУСИ. - М., 1998. - 65 с.
4. Принципи побудови системи захисту інформації в різномірних автоматизованих системах / Будько М. М., Волков О. М., Короленко М. П. // ВАТ “КП ОТГ”, м. Київ.

Д.В. Баранник, Р.В. Тарнополов, О.В. Супрун, К.В. Яливец
(ХУВС, Украина)

Метод селекции значимых структурных единиц видеокadra для кодирования видеоданных

Разработана система показателей (метрика) для выявления наиболее значимых блоков яркостной составляющей видеокadra по степени семантической и структурной насыщенности на основе оценки информации, содержащейся в суммарных значениях низкочастотных компонент и оценки информации суммарных значений высокочастотных компонент трансформанты ДКП.

На сегодняшний день уделяется большое значение внедрению технологий безопасности. Тоже касается и ведомственных систем видеоконференцсвязи. Существующие технологии скрытия видеoinформационных ресурсов, в кризисных ситуациях не обеспечивают необходимую конфиденциальность, при заданной достоверности и оперативности. Технологии, которые обеспечивают скрытие информационного ресурса, имеют ряд недостатков. Их работа основана на закрытии всего потока передаваемой информации вне зависимости от типа и содержания видеоданных. Такая реализация закрытия видеоданных в кризисных ситуациях системах реального времени является непрактичным. Для решения этой проблемы применяется селективный подход шифрования. Его суть заключается в скрытии наиболее значимых компонент видеопотока. Эти компоненты формируются в процессе сжатия видеоданных.

Основная часть. Метод выявления значимых структурных единиц $S_{\text{зн}}$, основанный на оценке только низкочастотного показателя $Z(B_n)^{(\xi, \gamma)}_{\phi}$ блока $B(Y)^{(\xi, \gamma)}_{\phi}$ яркостной составляющей, также определяет как значимые структурные единицы базового видеокadra, для которых характерны следующие визуальные особенности:

1. Фрагменты видеозображения с выраженными текстурными перепадами. Такими фрагментами изображения могут быть текстурные перепады.

2. Фрагменты фоновых однородных областей видеокadra, имеющие высокую яркостную насыщенность, но в которых присутствуют контрастные незначимые мелкие детали.

Таким образом, в результате обработки видеозображения возникают ошибки второго рода, когда незначимая область изображения будет идентифицирована как значимая. Поэтому в случае использования метода селекции видеоданных в ведомственных системах ВКС, основанного только на анализе низкочастотных компонент блоков яркостной составляющей базового видеокadra, будет формироваться избыточное количество структурных единиц

$S_{\text{зн}}^{(\xi, \gamma)}$, которые закрываются. Это приводит к увеличению времени обработки и снижению интенсивности закрытых видеоданных.

Для снижения вероятности ошибки второго рода предлагается для более точной идентификации энергетически насыщенных структурных единиц $S_{\text{зн}}^{(\xi, \gamma)}$ дополнительно учитывать информацию по высокочастотным компонентам блока $B(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ яркостной составляющей. Это позволит отсекаать структурные единицы, для которых $S_{\text{незн}}^{(\xi, \gamma)}$ характерны такие особенности:

1. Наличие однородных фрагментов изображения с высокой яркости и контрастности, в состав которых входят незначимые мелкие детали.
2. Наличие фрагментов изображения с выраженными текстурными перепадами, которые не являются значимыми.

Поэтому предлагается дополнительно разработать правило для оценки высокочастотной составляющей в сильно- и средненасыщенных блоках $B(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ яркостной составляющей на основе сравнения показателя $Z(B_v)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ по совокупности значений высокочастотных компонент блока $B(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ яркостной составляющей с пороговым значением δ_e .

Макроблок $M(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ яркостной составляющей будет считаться энергетически значимым $M(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)} = M(Y)_{\text{зн}}^{(\xi, \gamma)}$ и $M=1$ в следующих случаях:

1. Если одновременно выполняются следующие условия: значения показателя $Z(B_n)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ по низкочастотной составляющей для блока $B(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ яркостной составляющей превышает верхний порог δ_{max_n} :

$$Z(B_n)_{\phi}^{(\xi, \gamma)} > \delta_{\text{max}_n},$$

и значения показателя $Z(B_v)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ по высокочастотной составляющей для блока превышает порог δ_e . Это можно описать следующим выражением:

$$Z(B_n)_{\phi}^{(\xi, \gamma)} > \delta_{\text{max}_n} \text{ и } Z(B_v)_{\phi}^{(\xi, \gamma)} > \delta_e.$$

2. Если одновременно выполняются следующие условия: в состав макроблока $M(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ яркостной составляющей входят два $N_{\text{sr}} = 2$ и больше $N_{\text{sr}} > 2$ блоков $B(Y)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$, и значения показателя $Z(B_n)_{\phi}^{(\xi, \gamma)}$ по низкочастотной составляющей которых находятся в пределах пороговых значений δ_{min_n} и δ_{max_n} :

$$(\delta_{\text{min}_n} \leq Z(B_n)_{\phi}^{(\xi, \gamma)} \leq \delta_{\text{max}_n}),$$

а значения показателя $Z(B_n)^{(\xi, \gamma)}_\phi$ по высокочастотной составляющей для блока $B(Y)^{(\xi, \gamma)}_\phi$ превышает порог δ_e , т. е. выполняется неравенство:

$$Z(B_n)^{(\xi, \gamma)}_\phi > \delta_e.$$

Структурная схема метода селекции значимых структурных единиц $S_{\text{зн}}^{(\xi, \gamma)}$ с использованием информации по совокупности значений низкочастотных и высокочастотных компонент трансформанты ДКП блоков $B(Y)^{(\xi, \gamma)}_\phi$, $\phi = \overline{1, 4}$ яркостной составляющей.

Общее правило для определения энергетически значимой структурной единицы, где $S_{\text{зн}}^{(\xi, \gamma)} = S^{(\xi, \gamma)}$ если $M = 1$, будет иметь следующий вид:

$$M = \begin{cases} 1, & \rightarrow (Z(B_n)^{(\gamma, \xi)}_\phi > \delta_{\max_n}) \vee (Z(B_n)^{(\gamma, \xi)}_\phi > \delta_e); \\ 1, & \rightarrow (\delta_{\min_n} \leq Z(B_n)^{(\gamma, \xi)}_\phi \leq \delta_{\max_n}) \vee (Z(B_n)^{(\gamma, \xi)}_\phi > \delta_e) \vee (N_{sr} \geq 2). \end{cases}$$

Выводы. Поэтому при использовании селективного подхода, основанного на закрытии значимых блоков, с одной стороны выполняются требования по обеспечению конфиденциальности при заданных целостности и доступности видеoinформационного ресурса. Но с другой стороны, реализация такого подхода приводит к увеличению интенсивности передаваемых закрытых видеоданных, в результате чего снижается пропускная способность закрытого видеоканала.

Таким образом, разработана система показателей (метрика) для выявления наиболее значимых блоков яркостной составляющей видеокадра по степени семантической и структурной насыщенности на основе оценки информации, содержащейся в суммарных значениях низкочастотных компонент и оценки информации суммарных значений высокочастотных компонент трансформанты ДКП.

Разработана методологическая база для определения энергетической значимости структурной единицы базового видеокадра, базирующаяся на системе правил для оценки структурной и семантической насыщенности блоков $B(Y)^{(\xi, \gamma)}_\phi$ яркостной составляющей.

Основным отличием данного метода является проведение оценки информативности для структурных единиц в спектральной области на основе иерархии порогового взвешивания низкочастотных и высокочастотных составляющих. Это создает условие для закрытия видеопотока на основе технологии внутрикадровой селекции.

Список литературы

1. Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин, Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео М.: Диалог-Мифи, 2003. –381с.

2. Ян Ричардсон. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 — стандарты нового поколения Москва: Техносфера, 2005. - 368с.
3. Баранник В.В. Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков - Х.: ХУПС, 2010. – 212 с.
4. Баранник В.В. Методологические принципы представления апертур во множестве одномерных двухосновных позиционных чисел / В.В. Баранник, Д.С. Кальченко // АСУ и приборы автоматики. – 2011. – Вып. 155. – С. 15 – 22.

*В.В. Баранник, д.т.н., С.А. Подлесный, Т.В. Беликова
(Харьковский национальный университет
воздушных сил имени И. Кожедуба, Украина)
А.В. Хаханова*

(Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина)

Способ повышения целостности и доступности видеоконтента в условиях проведения кибернетических атак

В работе обосновывается важность применения видеоинформационного ресурса (ВИР). Указывается на необходимость обеспечения информационной безопасности государственного видеоинформационного ресурса; указывается на повышение целостности информационного ресурса при использовании созданного метода.

Вступление. В современных условиях область использования систем передачи видеоинформации охватывает различные сферы деятельности государства. Сфера применения включает системы контроля за кризисными ситуациями, системы АСУ специального назначения, ведомственные сети профильных министерств. При этом для формирования видеоинформационного ресурса (ВИР) используются системы видеоконференцсвязи и системы мониторинга. В результате достигается повышение эффективности принятия решений в системах контроля за кризисными ситуациями [1]. Важность решаемых задач придает ВИР статус государственного. Это приводит к необходимости обеспечения категорий информационной безопасности государственного видеоинформационного ресурса.

В то же время существуют угрозы потери категорий информационной безопасности вследствие проведения кибератак. Это связано с воздействием противоборствующей стороны на информационные потоки. В результате действия кибернетических атак происходит потеря целостности и доступности видеоинформационного ресурса. Наиболее распространенными видами кибератак являются атаки типа DDoS-атака [2].

Проявление результата DDoS-атаки на передачу видеоинформационного ресурса зависит от протокола передачи данных. Влияние атаки на видеопоток при UTP соединении выражается в потере пакетов, для TCP соединения: происходит задержка пакетов. Для конечного пользователя государственным ВИР наблюдается замирание видео, искажение кадра, пропадание видеоконтента. Для ведомственных учреждений данные искажения информационного ресурса являются недопустимыми. Как в случае осуществления наблюдения, так и при проведении видеоконференций это приводит к несвоевременности принятия решения в системе контроля за кризисными ситуациями. В результате наступает снижение эффективности управления в государственных ведомственных учреждениях. Поэтому существует научно-прикладная задача относительно повышения устойчивости

видеоинформационного ресурса в условиях проведения DDoS-атак на видеоконтент.

Одним из направлений решения является использование технологий локализации действия кибератак и специализированного сетевого оборудования. Для предупреждения возникновения атаки типа DDoS-атака применяются системы обнаружения и предотвращения вторжений, управляемые коммутаторы со списками контроля доступа и резервирования линий связи между отдельными узлами [3]. Перечисленные методы обладают такими недостатками, как: вносимые через обработку пакетов задержки и, как результат, ограничение скорости передачи сигнала в сети; увеличенная стоимость оборудования и подписки на сигнатуры; невозможность обеспечения защиты от замаскированных вирусных атак.

При этом не обеспечивается противодействие атаке на ее начальном этапе или при случае невозможности ее идентификации. Это приводит к проблеме наличия задержек передачи пакетов, что выражается в потере целостности и доступности ВИР. Здесь требуется отметить, что даже в условиях отсутствия кибератак при функционировании телекоммуникационных устройств происходят потери видеоинформационного ресурса.

Поэтому цель доклада заключается в создании метода повышения устойчивости видеоинформационного ресурса к DDoS-атакам в инфокоммуникационных системах в режимах, когда кибератаки не обнаружены или замаскированы.

Разработка метода повышения устойчивости видеоинформационного ресурса.

Одним из направлений достижения поставленной цели является разработка метода синтаксического представления видеоинформационного ресурса для обеспечения категорий целостности и доступности ВИР в условиях действия кибератак. Существующие методы представления видеоинформационного ресурса основываются на использовании статистического кодирования [7]. Данному кодированию присущи следующие недостатки:

1) В случае наличия ошибки в кодовом представлении компоненты трансформанты, при котором сохраняется позиционирование кодовых слов в потоке, восстановленной компонентой присвоится ошибочное значение. Это приводит к потере доступности ВИР;

2) Для ошибки в кодовом представлении компоненты трансформанты, при которой происходит смещение кодовых слов в потоке, характерно отсутствие возможности восстановления последующих компонент. В результате происходит потеря доступности ВИР.

Уязвимости категорий информационной безопасности связаны с особенностями позиционирования статистического кода. Для существующих технологий кодирования не предоставляется возможным предварительно производить разделение кодового потока на кодовые слова. Для устранения данного недостатка предлагается применять структурно-блочное кодирование. При этом происходит снижение количества разрядов на кодовое

представление массивов видеоданных [5]. Важным свойством структурно-кодированных чисел является возможность вычисления кода для массива данных на основе аналитического выражения, для которого необходимо знать только значения элементов массива данных и значения компонент вектора оснований [6].

При использовании структурно-блочного кодирования происходит уменьшение количества структурной избыточности [7]. Кодированию подлежат значения компонент трансформанты Y , полученные при дискретно-косинусном преобразовании значений яркости сегментов X_ϕ . При этом формируется кодограмма $K^{(\phi)}$.

При наличии ошибки в информационной части происходит потеря целостности ВИР. При этом искажение младших бит кодограммы ошибка повлияет на компоненты трансформанты, которые соответствуют нижней позиции столбца. Для ошибки в старших битах кодограммы характерно искажение всего столбца. При этом на компоненты других столбцов ошибка не влияет. При наличии ошибки в служебной части приводит к искажению значения восстановленных компонент трансформанты и неверному позиционированию смещению определяется позицией ошибки первого бита кодового представления следующей трансформанты относительно текущей. В результате наступает потеря целостности ВИР.

Для устранения нарушения целостности видеоинформационного ресурса предлагается производить перераспределение содержимого кодограмм трансформант в кодовые конструкции одинаковой длины.

В связи с возможностью позиционирования кодограмм при помощи предложенного метода рассмотрим влияние ошибок в служебной части кодограмм на обеспечение состояния информационной безопасности. Однозначность позиционирования старших разрядов информационной части кодограмм устраняет потерю доступности содержимого компонент трансформант. Ошибка в служебной части кодограммы $(\phi + j)$ сегмента влияет только на восстановление $Y^{(\phi+j)}$ трансформанты. Также она затрагивает младшие разряды информационных частей кодограмм $K^{(\phi+i)}$, $i \neq j$, которые были распределены в слот S_j . Изменения данных младших разрядов приводят к неверному декодированию компонент, которые располагаются в правом нижнем углу трансформанты $Y^{(\phi+i)}$, $i \neq j$. Этим достигается к локализации распространения ошибки в пределах пакета сегментов от $(\phi + 1)$ до $(\phi + v)$, что приводит к повышению доступности видеоинформационного ресурса.

В связи с отсутствием необходимости производить вычисление длины информационной части $d_{\text{inf}}^{(\phi)}$ кодограмм трансформанты предоставляется возможность производить параллельное декодирование компонент для различных трансформант для пакета сегментов от $(\phi + 1)$ до $(\phi + v)$. Результатом такого распределения является снижение таких параметров оценки качества воспроизведения видео как задержка $T_{\text{зп}}$ и джиттер пакетов

∂ . Уменьшение количества $\nu_{\text{шт}}$ потерянных пакетов при локализации распространения ошибки приводит к повышению состояния информационной безопасности видеоконтента.

Выводы. 1) Обоснована необходимость обеспечения целостности государственного ВИР в условиях действия кибератак. 2) Проведен анализ угроз информационной безопасности при осуществлении кибератак на ВИР. 3) Обоснована необходимость повышения устойчивости видеоинформационного ресурса в условиях проведения DDoS-атак. 4) Создан метод повышения устойчивости информационного ресурса путем распределения информационной части структурно-блочного представления видеоконтента в слоты одинаковой длины. 5) Произведена оценка действия битовых ошибок на процесс восстановления ВИР из кодовых конструкций, сформированных при структурно-блочном кодировании. 6) Использование созданного метода синтаксического представления информационного ресурса приводит к повышению категории целостности при заданной степени его доступности.

Список литературы

1. Баранник В.В., Подлесный С.А. «Анализ действия кибератак на видеоинформационный ресурс в информационно-телекоммуникационных сетях», АСУ и приборы автоматики: научно-технический сборник. – Вып. 169. – Х. : ХНУРЭ. – 2014. – С. 16-22.
2. Звіт CERT-UA за 2014 рік, <http://cert.gov.ua/?p=2019>, 2015.
3. Мартынюк И.. Материалы технического тренинга «Построение безопасных сетей на оборудовании D-Link», <http://service.d-link.ua/sites/default/files/files/Security.zip>, Киев, 2012.– 190с.
4. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. [Текст] / М.: Вузовская книга, 2011. – 320 с.
5. Баранник В.В., Гулак Н.К., Королева Н.А., «Метод сжатия изображений на основе неравновесного позиционного кодирования битовых плоскостей» [Текст], Радіоелектронні і комп'ютерні системи. Х.: ХНАУ «ХАІ», 2009. Вип. 1. – С. 55– 61.
6. Баранник В.В. Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах [Текст] / В.В. Баранник, В.П. Поляков. Х.: ХУПС, 2010. – 212 с.
7. Баранник В.В., Кулица О.С., Туренко С.В., «Метод повышения доступности видеоинформации аэромониторинга», Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2013. – № 3 (62). – С. 53-58.

*В.В. Баранник, д.т.н., Д.Е. Окладной
(Харьковский национальный университет
воздушных сил имени И. Кожедуба)*

*С.Ю. Стасев, Д. Медведев
(Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина)*

Метод кодового разделения каналов связи, в современных системах широкополосной связи, на основе систем с неравномерными весовыми коэффициентами

В работе рассмотрены основные методы: повышения скорости обмена данными, увеличения количества одновременно обслуживаемых абонентов, достижения конфиденциальности радиосвязи. Введено понятие системы с неравномерно распределенными коэффициентами (СНРВК). Рассмотрен и введен в схему формирования нисходящего и восходящего каналов сетей сотовой связи с использованием СНРВК.

Анализ потребительских запросов к параметрам сотовой связи. Современный мир пользователей (сотовой связи, интернета и т.д.) нуждается в более высокой скорости обмена данными и увеличении одновременно обслуживаемых пользователей в общем канале связи [3].

В этом направлении технологии развиваются уже несколько десятилетий, увеличивая скорость обмена данными, количество одновременно обслуживаемых абонентов и конфиденциальность обмена данными. [2].

Увеличение скорости обмена данными происходит за счет:

- организация каналов связи на более высокой частоте (свыше 10 МГц) [1] (приводит к ограничению по дальности распространения радиоволн до зоны прямой видимости);

- увеличения спектральной ширины сигналов обмена данными [1];

- использование технологий много-антенной организации связи (система ММО – Multiple Input Multiple Output, основана на временно пространственной привязке точек излучения и точек приема. [3];

- применения методов сжатия информационной посылки;

Увеличение количества одновременно обслуживаемых абонентов в общем эфире и параллельно во времени осуществляется за счет:

- дробление обслуживаемой территории на более мелкие ячейки с целью уменьшения возможного количества пользователей в зонах повышенной интенсивности использования трафика [3];

- использование ортогональных последовательностей (коды Уолша) [1];

- использование ортогональных частот (позволяет эффективно использовать частотный диапазон канала связи) [1];

Конфиденциальность обмена данными достигается за счет:

- частотного разделения каналов;

- скачкообразным частотным переключением каналов связи;

- переменным временным распределением потока данных;

- использования ортогональных кодов;
- кодирование М – последовательностями;
- шифрование потока данных.

В связи с этим предлагается метод передачи данных в компактном (сжатом) виде и с крипто стойким преобразованием, который позволит компенсировать выше перечисленные недостатки ортогональных кодов.

Такие преобразующие условия возникают при использовании систем с неравномерными весовыми коэффициентами.

Использование систем с неравномерными весовыми коэффициентами. Кодовое значение - E , можно представить в виде суммы произведения весового коэффициента (ВК) V на основание (О) φ (1):

$$E = V_n \cdot a_n + V_n \cdot a_{n-1} + \dots + V_1 \cdot a_1 + V_0 \cdot a_0 \quad (1)$$

где: $V_n = V_{n-1} \cdot \varphi_n$; при чем: $V_0 = 1$; a - коэффициент при разряде числа.

Выходя из формулы (1) с помощью ряда математических преобразований выразим a_n где оператор $[]$ - взятие целой части методом отбрасывания остатка:

$$a_n = \left[\frac{E}{V_n} \right] - \left[\frac{E}{V_n \cdot \varphi_n} \right] \cdot \varphi_n \quad (3)$$

Таким образом, мы получили оператор извлечения коэффициента при разряде (a) записанный в общем виде. Если для систем с равномерным распределением смысла в этом операторе нет, ведь и без использования данного оператора достаточно взглянуть на E и сказать чему равно a_n , то для систем с неравномерным распределением весовых коэффициентов (НРВК) ситуация кардинально меняется. Представим КЧ, то что мы брали для примера равномерного распределения весовых коэффициентов (РРВК), в следующем виде Табл. 1:

Таблица 1

Пример расчета основания и весового коэффициента для КЧ

№ (i)	a_i	φ_i	V_i
3	3	4	315
2	6	7	45
1	4	5	9
0	8	9	1

Где в соответствии каждому a ставится основание - φ_n и рассчитывается весовой коэффициент - V . Находим кодовое число E (4)

$$E = 315 \cdot 3 + 45 \cdot 6 + 9 \cdot 4 + 1 \cdot 8 = 1259. \quad (4)$$

Для обратного извлечения a из кодового числа, на приемной стороне, необходимо знать φ и V которые и будут являться ключами к формуле (3), что позволяет организовывать защищенное разделение каналов связи. Данную методику можно использовать для повышения криптостойкости и экономии трафика (при кодовом разделении каналов) в CDMA – технологии.

Расчёт коэффициента сжатия информации в CDMA – технологии.

Для справедливости, простоты и наглядности расчетов возьмем порядок функций Уолша равным 4.

В CDMA 1 бит ($N_{bit} = 1$) информации сверхточным кодированием преобразовывается в 2 бита ($2 \cdot N_{bit}$), потом после перемежения и скремблирования что никаких добавок не дает преобразовывается кодом Уолша (Wal_i^4 где i – номер функции Уолша, а “4” – порядок функции). Этот код является прямым расширением спектра и в нашем случае увеличивает количество бит в 4 раза $N_{Wal_i^4} = 4 \cdot (2 \cdot N_{bit}) = 8$.

Далее идет повторное скремблирование что ни каких добавок не дает и выход в аналоговый сигнал. Итого в место 1 бита канал нагружает 8 бит, коэффициент избыточности (5) составляет:

$$K_{CDMA} = \frac{N_{Wal_i^4}}{N_{bit}} = \frac{8}{1} = 8 \quad (5)$$

Расчёт коэффициента сжатия информации в ШРВК методе. Для вычисления объема преобразованной информации в системах ШРВК используем приведенные выше практические примеры. Каждый абонент передает объем данных 2 бита четыре абонента одновременно вместе передадут $N_{bit} = 8$ бит.

Если организовать варьируемую добавку к основанию в целях увеличения криптостойкости КЧ – то возможна неблагоприятная ситуация в которой допустим, максимум будет равен: +3 то есть $\varphi = 5 + 3 = 8$ получим следующее выражение для расчета КЧ (6):

$$E = V_3 \cdot 4 + V_2 \cdot 4 + V_1 \cdot 4 + 4 = \varphi^3 \cdot 4 + \varphi^2 \cdot 4 + \varphi^1 \cdot 4 + 4 = 2340. \quad (6)$$

Вычислим количество битов $N_{бит}$ необходимых для передачи данного КЧ (7)

$$N_{ШРВК} : N_{ШРВК} = \log_2(E) = [\log_2(2340)] = 11. \quad (7)$$

Коэффициент избыточности (8) системы с ШРВК равен:

$$K_{ШРВК} = \frac{N_{ШРВК}}{N_{бит}} = \frac{11}{8} = 1,375. \quad (8)$$

Заключение

Системы с нелинейными весовыми коэффициентами в 6 раз меньше нагружают избыточностью общий канал обмена данными чем системы CDMA. Кроме того, системы с НРВК являются чрезвычайно криптостойкими, весовой коэффициент V и, основание φ_n являются ключами для открытия информации. Данная технология обладает всеми качествами для её внедрения в производство. Что позволит в свою очередь увеличить конфиденциальность пользователей, большую скорость обмена данными и большее количество обслуживаемых пользователей.

Необходимо внедрить в эксплуатацию данный метод передачи данных в следующем порядке:

1. групповое преобразование (1), для получения кодового числа E , делать перед сервисной архитектурой LTE;
2. весовой коэффициент V , передавать по нулевому каналу непосредственно перед трансляцией сигнала;
3. для организации крипто стойкой связи, основание φ_n , необходимо передавать потребителю одноразово по доверенным каналам связи или лично.

Список литературы

1. Никитин Г. И. Применение функций Уолша в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб. 2003. 86 с.
2. В. Г. Аверин (курс лекций) «дисциплины компьютерные сети и телекоммуникации», Федеральное государственное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Уральский радиотехнический техникум им. А.С. Попова», Екатеринбург 2009 г.
3. Диязитдинов Р.Р. Системы подвижной связи. Конспект лекций. – Самара: ФГОБУ ВПО ПГУТИ,. 2013. – 204 с.

Г. Гуцал, Т. Паращук, А. Гизун к.т.н.
(Национальный авиационный университет, Украина)

Обусловленность использования иммунологических подходов в системах физической защиты от несанкционированного доступа

В работе рассмотрена базисная модель выявления несанкционированного доступа, и описаны способы интегрирования иммунологических подходов в работу таких систем для повышения продуктивности и точности принятия решений.

Уже сейчас, в современных системах защиты коммутационных сетей иммунологические подходы широко используются для эффективной (своевременной, достоверной и точной) идентификации несанкционированного подключения к сети. Данные методы позволяют ускорить работу системы идентификации несанкционированного доступа (НСД), и минимизируют возможность ложных срабатываний во время проведения сканирования сети [1].

В процессе разработки систем физической защиты возникает вопрос возможности применения данной технологии к проектируемым системам, где объектом является физическое тело (человек, предмет, устройство), которое существует в трехмерном мире функционирования комплексной системы физической защиты предприятия.

Цель работы: описать возможность интеграции иммунологических подходов в системы физической защиты, возможные примеры интеграции и возможности использования таких систем в контексте эффективности идентификации НСД, универсальности и удобства в использовании и масштабируемости (объединении в комплексные сети защиты с единым модулем управления).

Поскольку не редко факт физически реализованного НСД на объект может означать опасность для людей и имущества на объекте, то системы защиты от НСД имеют повышенные требования к их быстродействию, адаптивности, точности и отказоустойчивости. Востребованность систем с использованием иммунологических подходов состоит в первую очередь в их быстром реагировании и почти исключенной возможности ошибок в идентификации угрозы и принятии решений о дальнейших действиях (оповещение, блокировка). Кроме того, данные системы имеют небольшую себестоимость проектирования и представляют собой упрощенный вариант системы принятия решений [2].

На рис. 1 [3] показана архитектура типичных систем выявления НСД со схематической демонстрацией сферы интеграции иммунологических подходов.

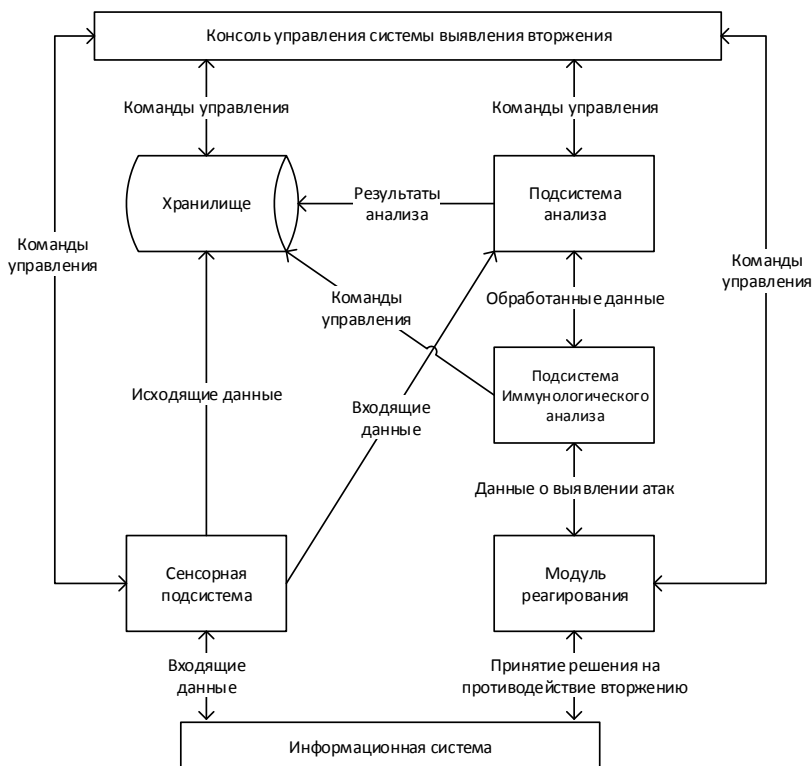


Рис. 1. Архитектура типичных систем выявления НСД

На данной схеме объекты имеют такое предназначение:

- Сенсорная подсистема предназначена для сбора событий, связанных с безопасностью защищаемого объекта.
- Подсистема анализа, предназначенная для несанкционированных и подозрительных действий в системе.
- Хранилище используется для накопления баз первичных событий и результатов анализа.
- Модуль реагирования, отвечает за формирование и выполнение инструкций по противодействию НСД.

Влиянию интеграции и изменению в отличие от типичной архитектуры будут подвержены только два модуля: подсистема анализа и модуль реагирования.

Основным принципом работы являются процессы сравнений полученных количественных величин по выделенным параметрам фиксации, и развитый алгоритм оценки событий с помощью использования многоуровневых переходов типа ЕСЛИ, и временных прерываний. В

соответствии с общими алгоритмами искусственных иммунных систем подсистема будет выбирать и сохранять только самые точные данные о реализованных угрозах и методах их противодействия. Проводя анализ и диагностику принятых решений, она сможет выделять так же самые эффективные методы принятия решений и обработки полученных данных.

Система будет сохранять отчеты о событиях, и, базируясь на своем опыте, разрабатывать собственные системные процессы прогнозирования и оценки текущих событий, сокращая при этом время отклика на признаки НСД, тем самым проводя превентивные действия по устранению еще не реализованной угрозы [4, 5].

Кроме того, иммунологические подходы позволят расширить и усовершенствовать функционал рядовых систем безопасности с помощью таких же дешевых нововведений системы, а именно:

- Добавить распознавание дружественных объектов как на объекте защиты, так и в ближайшей области за его пределами путем сохранения параметрической карты и путем регистрации повторяющихся действий или фактов в системе (например, в последнее время на территории объекта находилось три человека, которые входили в систему с правами доступа, тогда их можно расценивать, как дружественные объекты системы).

- Система сможет заниматься самодиагностикой путем оценки событий, произошедших в ней за определенный период времени. Например, при постоянном повторении положительного отклика одного из датчиков типичная система может ошибочно оценить такую ситуацию как угрозу локального характера для одного сканирующего устройства, хотя, есть возможность, что это аппаратная или программная ошибка модуля. В случае постоянного повторения эта возможность будет учтена в процессе самодиагностики предлагаемой системы.

- Будет актуальна в системах оповещения о чрезвычайных ситуациях, где ложное срабатывание может вызвать катастрофические последствия в случае беспричинной паники.

В результате можно сказать, что в сфере обнаружения и идентификации угроз физического сектора, где опасность представляется не только для информации, но и для живых людей и имущества, очень важны время реагирования и надежность полученных данных о факте наличия угрозы, с чем рассмотренная система может справиться с высоким показателем качества. Кроме того, в условиях конкуренции дорогостоящих систем защиты данная технология может получить массовую реализацию за счет своей невысокой себестоимости, то есть система, вероятно, будет доступна и широко применима для многих заинтересованных покупателей и пользователей. В свою очередь широкий круг распространения подобной системы повысит качество защиты инфраструктуры и культуру безопасности в целом.

Список литературы

1. Гізун А.І. Штучна імунна система як одна з найбільш перспективних технологій забезпечення захисту ресурсів інформаційних систем та мереж //

Науково-практична конференція “Захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах”, м. Київ, 24 – 26 травня 2010 р.: тези – К.: НАУ-друк, 2010. – с. 74-75.

2. Lunt T. F. Detecting intruders in computer systems // In Conference on Auditing and Computer Technology, 1993.

3. О.В. Сєверінов, А.Г. Хренов Аналіз сучасних систем виявлення вторгнень // Системи обробки інформації, випуск 6 (122). – 2013. – с. 122-124.

4. de Abreu F., Nolte E., Hoen, Almeida C., and Davis D. Cellular frustration: A new conceptual framework for understanding cell-mediated immune responses // In Proc. of the 5th International Conference on Artificial Immune Systems (ICARIS), LNCS 4163. – Springer, 2006. – pages 37-51.

5. Ishida Y., Mizessyn F. Learning algorithms on an immune network model: application to sensor diagnosis // In: Proc. of international joint conference on neural networks, China, November 3-6, 1992. – V. 1. – P. 33-38.

*В.В. Баранник, д.т.н., профессор (Харьковский национальный университет
воздушных сил имени И. Кожедуба, Украина),
С.С. Шульгин (Национальный авиационный университет, Украина),
И.М. Тупица (Харьковский национальный университет
воздушных сил имени И. Кожедуба, Украина)*

Двухиерархическая схема статистического кодирования с кластеризацией для повышения безопасности информационного ресурса

Разработана схема защиты информационного ресурса на принципиально новой основе, которая использует кластеризацию элементов входного сообщения по количественному признаку как инструмент для последующего двухиерархического статистического кодирования элементов сообщения. Такая схема кодирования данных позволяет повысить эффективность статистического кодирования элементов сообщения с позиции защиты данных и сокращения длины на представление информации.

Введение. Существующие методы статистического кодирования данных тесно связаны с использованием методов внешней реструктуризации (такими как дискретно-косинусное преобразование, групповое кодирование и т.д.), которые имеют ряд недостатков [1-3]:

1) увеличивается время на обработку данных, в связи с преобразованием (трансформацией) исходных данных (к примеру, на применение дискретно-косинусного преобразования – прямого и обратного соответственно);

2) отсутствие универсального преобразования данных, которое бы гарантировало получение более предпочтительной формы представления данных. Так в формате JPEG с целью уменьшения диапазона (разрядности) полученных после дискретно-косинусного преобразования значений компонент трансформант применяется еще и квантование.

3) не всегда получается обеспечить защиту данных.

Поэтому необходимо разработать схему статистического кодирования на принципиально новой основе. Одним из таких подходов является организация статистического кодирования данных с применением внутренней реструктуризации.

Двухиерархическая схема статистического кодирования элементов входного сообщения заключается в следующем:

- **на первом этапе** происходит кластеризация (группирование) элементов сообщения по количественному признаку, который определяет закономерности во внутренней структуре элементов сообщения, во множества. В результате проведения кластеризации происходит группирование элементов исходного сообщения с одинаковыми значениями признака во множества. Далее происходит статистическое кодирование элементов в пределах сформированных множеств, а не всего потока данных. В условиях отсутствия ошибок в процессе обработки и передачи кодов их декодирование производится взаимоднозначно, значения элементов сообщения восстанавливаются без ошибок.

В результате статистического кодирования элементов сообщения в пределах сформированных множеств образуются кодовые конструкции, которые обладают свойством межмножественной префиксности. Это значит, что свойство префиксности соблюдается только для кодов элементов, которые принадлежат одному множеству.

В свою очередь, в пределах выходного сообщения обладать свойством префиксности будут только следующие подряд кодовые конструкции, которые принадлежат одному множеству.

При статистическом кодировании элементов сформированных в процессе кластеризации множеств возможны следующие варианты развития событий:

1) существует вероятность того, что разным по значению элементам, которые принадлежат разным множествам, могут присваиваться одинаковые коды. Это происходит по нескольким причинам: 1. Во-первых: потому, что элементы, которые принадлежат разным множествам, могут иметь одинаковые значения вероятностей появления и, соответственно, могут кодироваться одинаковыми кодами. 2. Во-вторых, потому, что элементы в пределах разных множеств, могут иметь такие законы распределения вероятностей, при которых им будут присваиваться одинаковые коды.

2) однозначное декодирование кодовых конструкций, которые присваиваются элементам множеств, будет возможным только при наличии информации, какому из множеств принадлежит тот или иной элемент сообщения.

- **на втором этапе** для повышения защиты выходного сообщения и с целью идентификации кодовых конструкций, которые присваиваются элементам сформированных множеств, предлагается проводить статистическое кодирование множеств элементов в пределах сообщения. В результате будут формироваться кодовые конструкции, которые являются идентификаторами для кодов переменной длины, сформированных на первом этапе кодирования.

В процессе статистического кодирования элементов сообщения с использованием предложенной двухиерархической схемы статистического кодирования формируются кодовые комбинации, состоящие из двух частей, а именно: информационная и служебная составляющие.

Информационная составляющая содержит значение кода, который присваивается элементу множества, сформированного в процессе кластеризации элементов сообщения по количественному признаку.

Служебная составляющая содержит значение кода, который присваивается множеству и выступает в роли идентификатора для кода элемента, так как несет в себе информацию о множестве, которому принадлежит элемент.

В условиях построения двухиерархической статистической схемы кодирования данных с кластеризацией (статистическое кодирование используется для формирования как информационной, так и служебной составляющей кодограммы) важное место отводится формированию служебной составляющей кодовых конструкций. Это объясняется необходимостью обеспечения скрытия смыслового и структурного содержания обрабатываемых данных.

Служебная составляющая отображает семантическое содержание

кодовой последовательности, поэтому для повышения безопасности передаваемого сообщения ее необходимо передавать скрытым каналом.

Выводы. Использование внутренней реструктуризации элементов сообщения по количественному признаку с целью дальнейшей их кластеризации позволяет повысить эффективность статистического кодирования с позиции повышения защиты и сокращения длины на представление информации.

Разработана схема защиты выходного сообщения на принципиально новой основе, которая использует кластеризацию элементов входного сообщения по количественному признаку как инструмент для последующего двухиерархического статистического кодирования элементов сообщения.

Двухиерархическая статистическая схема кодирования данных с кластеризацией позволяет: а) повысить эффективность статистического кодирования элементов сообщения с позиции сокращения длины на представление информации. Кластеризация элементов по количественному признаку позволяет повысить значение вероятности появления элемента во множестве по сравнению с вероятностью появления элемента в сообщении. Вследствие чего происходит сокращения длины кода, который присваивается элементу множества, т.е. происходит сокращение информационной составляющей кодограммы; б) повысить защиту выходного сообщения (кодовой последовательности). Повышение защиты информационного ресурса обеспечивается формированием на втором этапе двухиерархической статистической схемы кодирования идентификаторов (служебной составляющей кодограммы) для кодовых конструкций, которые присваиваются элементам множеств. Необходимость использования идентификаторов связана с тем, что для однозначного декодирования кодовых конструкций необходимо знать какому из множеств принадлежит тот или иной элемент сообщения. Так как разным по значению элементам могут присваиваться одинаковые коды; в) обеспечить невозможность однозначного безошибочного восстановления всех элементов сообщения при отсутствии информации про служебные данные кодограммы; г) обеспечить скрытие как смыслового, так и структурного содержания обрабатываемого сообщения, так как кодовые конструкции разных по значению элементов сообщения могут быть идентичными, т.е. иметь одинаковую структуру.

Список литературы

1. Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука: Пер. с англ. В.В. Чепыжова. – Москва: Техносфера, 2004. – ISBN 5-94836-027-X.Р.М. – С. 195-200.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – Москва: Техносфера, 2005. – 1072 с. – ISBN 5-94836-028-8Р.М.. – С.719-727.
3. Кудряшов Б.Д. Теория информации. – СПб: Питер, 2009. – 320 с.

П.М. Павленко, д.т.н., Ю.В. Власенко, н.с.,
Т.М. Захарчук, м.н.с., Д.А. Свириденко, аспірант,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Інформаційна технологія управління процесом 3D-моделювання проектного бюро підприємства

Представлена розробка нової інформаційної технології автоматизованого управління процесом 3D-моделювання фахівцями проектного бюро підприємства

Технічна підготовка виробництва конкурентоспроможних виробів (від пілососа до літака) у промислово розвинених країнах світу здійснюється інструментальними засобами тривимірного 3D-моделювання та проектування сучасних CAD/CAM/CAE/PDM-систем. Без застосування таких систем неможливо якісно та в прийнятні терміни спроектувати і виготовити потрібний виріб. На теперішній час практично на всіх українських підприємствах застосовуються інформаційні системи цифрового моделювання, аналізу, конструкторсько-технологічного проектування, починаючи від нижчого рівня (системи AutoCAD, Tefleks, Terra fleks, Компас та ін.) до середнього (Solid Works, Cimatron та ін.) та верхнього (CATIA v6 та NX).

Якісний процес проектування складних наукомістких виробів передбачає не тільки наявність теоретичних знань і практичних навичок, але й певного досвіду, а також здібностей до просторової уяви. Тобто розробник повинен мати професійну компетенцію для виконання 3D-моделювання та проектування. На жаль, далеко не всі випускники ВНЗів і фахівці підприємств відповідають цим вимогам. Крім того проектування складних вузлів і в цілому виробів, як правило, колективне, тобто проектне бюро, група або відділ повинен виконувати взаємно погоджену проектну роботу. Такий колектив повинен володіти інтегральною компетентністю з 3D-моделювання, якісно і в термін виконувати взаємоузгоджену роботу.

На теперішній час не існує як методів організації проектних груп на основі оцінки інтегральної компетентності, так і методів та засобів управління процесом їх функціонування. Немає і методу, який зміг би реалізувати ефективний розподіл функцій та обсягів робіт з урахуванням узгодженості інтересів розробників, їх взаємодії та їх інтегральної компетентності.

Автоматизація управління компетентністю колективу ІТ-фахівців – досить складне науково-технічне завдання, пов'язане з великим обсягом слабо формалізованої інформації, її взаємозв'язків і взаємозалежностей. Перелік завдань, які вирішують такі проектні групи, постійно розширюється та збільшується їх складність.

Сучасне відображення в теорії управління людськими ресурсами на підприємствах знаходять у побудові оцінки на основі моделей компетенцій. Сьогодні на підприємствах найчастіше вирішують завдання оцінення вартості працівника за допомогою середньозваженої суми показників або, вирішуючи

локальні завдання, взагалі не виходять на рівень узагальнення цінності співробітників для компанії в цілому. Побудова рейтингів дає знання про цінності співробітників і може використовуватися при визначенні інтелектуального капіталу, потреби в нових співробітниках і прогнозуванні динаміки розвитку підприємства.

Більшість менеджерів підприємств при прийомі на роботу нового співробітника стикаються з необхідністю оцінення вартості працівника для організації. Дискусія між роботодавцем і найманим працівником зазвичай зводиться до пропозиції винагороди, додаткових бонусів і компенсацій, які визначаються штатним розписом. В обох випадках обчислення винагороди формується, виходячи із суб'єктивних уявлень керівника про значущість даної роботи або перспективи даного працівника, вартості колишнього працівника на цьому місці або уявлення про те, скільки вже зараз коштують співробітники такого рівня для підприємства.

Розроблена інформаційна технологія відкриває нові можливості для різних областей рейтингової оцінки співробітників, у тому числі їх спільної виробничої діяльності.

Розробка такої технології оцінювання виробничих результатів співробітників може:

- усунути протиріччя між функціями рейтингової оцінки та існуючої системи оплати;
- об'єднати рейтингову оцінку з індивідуальним приростом виробничих результатів співробітника та створити умови, в яких працівник отримує досвід планування і реалізації процесу власного навчання;
- запровадити на практиці оцінку нових результатів;
- вирішити завдання управління спільними проектними роботами.

У цій доповіді, ґрунтуючись на 20-ти річний досвід 3D-моделювання та проектування складних наукомістких виробів і проведених досліджень, представлені результати розробки моделей, методів та відповідної інформаційної технології як інтегральної оцінки компетенції фахівців із 3D-моделювання та управління процесом функціонування таких проектних груп [1, 2].

Структура розроблених компетенцій поєднує теоретичні, виробничі, практичні та стратегічні знання. Вони становлять інтелект підприємства, що базується на інформаційних технологіях, технологіях рішень і швидкості сприйняття нововведень. Інформаційна технологія дозволяє отримувати інформацію, вибудовує розумові висновки і генерує нові знання з метою додати нову якість виробів, що випускаються, для задоволення інтересів споживача.

Безсумнівно, така технологія дозволяє забезпечити найбільш гнучке управління колективом проектного бюро, найбільш швидке та ефективне вирішення більшості поточних питань.

Для неупередженого визначення компетентності співробітника необхідно використовувати інформаційний продукт. Одним з інструментів реалізації інформаційного продукту оцінки компетенцій співробітника є

нейронні мережі. Як інструмент для реалізації моделі нейронної мережі визначення рейтингової оцінки співробітників підприємства використано програмний продукт MATLAB з бібліотекою Neural Networks. Перевірка функціональності методів здійснено інструментальними засобами ARIS [3].

Компетенції сьогодні є одним із ключових інструментів управління ефективністю людських ресурсів. Вони незамінні для великих підприємств. Якщо в малих компаніях керівники можуть просто домовитися про стандарти менеджменту та вимоги до співробітників, то для великих підприємств необхідна чітка система управління людськими ресурсами і саме інформаційна технологія управління компетенцією стає основою цієї системи.

Отримані моделі та методи в сукупності з тестовим інформаційним і програмним забезпеченням утворюють нову інформаційну технологію управління процесом 3D-моделювання проектними групами і бюро підприємств.

Висновки

Представлені розроблені методи і засоби, що дозволяють більш ефективно використовувати дорогі CAD/CAM/CAE-системи та кваліфіковано виконувати проектні роботи з 3D-моделювання і проектування складних виробів у різних галузях промисловості.

Список літератури

1. *Власенко Ю.В.* Метод оценивания интегральной компетентности IT-специалиста наукоемкого предприятия / Ю.В. Власенко // ПОЛІТ–2013 : XIII Міжнародна науково-практична конференція «Політ. Сучасні проблеми науки», 3-4 квітня 2013 р. : тези доп. – Київ : НАУ, 2013. – С. 288.
2. *Власенко Ю.В.* Розробка моделі та моделювання процесу оцінювання компетентності / Ю.В. Власенко, Д.О. Бараннік // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: V Міжнародна науково-практична конференція, 19-22 травня 2015 р. : тези доп. – Чернігів : ЧНТУ, 2015. – С. 247–249.
3. *Шеер А.В.* ARIS-моделирование бизнес-процессов : [пер. с англ.] – Вильямс, 2009. – 223 с.

Ю.М. Тесля, доктор технічних наук,
Ю.Л. Хлевна, кандидат технічних наук, М.О. Мостопалова
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна)

Застосування мета-методології управління проектами в авіабудуванні

Запропоновано основні принципи застосування мета-методології управління проектами (ММУП) на авіабудівних підприємствах. Встановлено, що результатом застосування ММУП є створення методології управління проектами, що інтегрує інструменти, процеси, знання існуючих методологій управління проектами з знаннями, інструментами та процесами конкретного авіаційного підприємства.

Ініціація, розробка, реалізація та завершення проектів, різних масштабів і типів, вимагає застосування методологій управління проектами. У методологіях управління проектами закладений базис, який дозволяє чітко визначити мету, цілі, завдання, результати проекту, одночасно мінімізуючи ризики, через поглиблений аналіз проблем, що вирішуються, через раціональне планування проектної діяльності.

У той час, як існують десятки і сотні ефективних методологій управління проектами, проблемним є їх впровадження [1-5], особливо на авіабудівних підприємствах. Відповідність процесу створення кожного літака проектній діяльності вимагає пошуку специфічних підходів до впровадження методології управління проектами на авіабудівних підприємствах. Але поки що успішних впроваджень методології управління проектами на авіабудівних підприємствах майже немає. Це призводить до того, що у більшості керівників авіабудівних підприємств складається думка, що методологія управління проектами в Україні «не працює».

Причиною цьому є те, що керівники авіабудівних підприємств вважають, що методологію треба вивчити і перенести на процеси підприємства. Насправді будь яка методологія – це набір інструментів, які потрібно підібрати і налаштувати на умови проектно-орієнтованого підприємства. По-друге, потрібно не тільки «налаштувати» методологію на умови використання. Але ще й змінювати саме підприємство, змінювати відношення до своїх професійних дій працівників підприємств у зв'язку з тим, що методологія «встановить» нові закони управління.

Для цього пропонується створити деяку надбудову над методологією управління проектами у вигляді мета-методології управління проектами (ММУП). По суті, мова йде про створення деякої методології, яку візьмуть на озброєння не ті, хто керує проектами, а ті, хто впроваджує методологію управління проектами на конкретному авіаційному підприємстві. ММУП спрямована на впровадження нових, більш ефективних процесів управління проектами на авіаційному підприємстві на базі інструментів впливу.

Мета-методологія управління проектами є основним інструментом впливу на авіапідприємство, з метою удосконалення всіх процесів управління.

Але сама ММУП не удосконалює процеси управління. Вона дозволяє підібрати та впровадити ті методологічні інструменти, які найбільш ефективно покращують всі процеси управління, в першу чергу, процеси управління проектами.

Результатом застосування ММУП є створення методології управління проектами, що інтегрує інструменти, процеси, знання існуючих методологій управління проектами з знаннями, інструментами та процесами конкретного підприємства. Таку методологію будемо називати конкретизованою методологією управління проектами (КМУП). Створення такої методології базується на інформаційній аналітиці – вивченню особливостей методологій управління проектами та особливостей авіаційного підприємства та застосуванні інструментів впливу мета-методології управління проектами для впровадження відібраних інструментів в практику діяльності підприємства.

Загальна схема впливу при впровадженні КМУП в практику діяльності проектно-орієнтованого підприємства включає рівні:

- мета-методології управління проектами;
- конкретизованої методології управління проектами;
- управління авіаційними проектами.

Ці рівні доповнюють зовнішні, внутрішні та додаткові впливи (позитивні V^+ , негативні V^-) на процеси, що реалізуються при створенні та використанні КМУП.

В мета-методології управління проектами можна виділити наступні **класи впливів**:

1. знань з ММУП на формування КМУП (Z^m);
2. знань стосовно діяльності проектно-орієнтованого підприємства на КМУП (Z^p);
3. зовнішніх впливів на процес формування КМУП (V^e);
4. внутрішніх впливів на процес формування КМУП (V^i);
5. додаткових впливів на управління проектами (V^d).

Впливи призводять до того, що із системи знань, що є на підприємстві та системи знань, що є в методології управління проектами формується єдина система знань, спрямована на професійне управління проектами в умовах авіаційного підприємства.

Порядок розробки областей знань ММУП по впровадженню процесів та інструментів управління проектами в практику діяльності вітчизняних авіаційних підприємств, може бути представлений методом, реалізація якого містить наступні кроки:

- 1.Визначення ключових елементів знань методології в управлінні проектами.
- 2.Дослідження інструментів впливу на систему знань методології управління проектами.
- 3.Формування областей знань ММУП.
- 4.Побудова математичної моделі впливів на процес впровадження методології управління проектами.

Формування знань КМУП залежить від впливів на процес впровадження методології управління проектами на проектно-орієнтованому підприємстві:

$$U_z^j = d_j(Z_m, Z_p, V^+, V^-),$$

- де
- U_z^j – знання в конкретизованій методології управління проектами;
 - Z_p – знання працівників підприємства;
 - Z_m – знання методології управління проектами;
 - d_j – вплив на процес формування знань в конкретизованій методології управління проектами.
 - V^+ – позитивні впливи на впровадження МУП;
 - V^- – негативні впливи на впровадження МУП.

Вплив знань на результат авіаційного проекту через дії, процеси та інструменти можна зобразити як:

$$H^*(U_z^j, V^d) = d(r_j^d, r_j^n, r_j^3) + V^d,$$

де $H^*(U_z^j, V^d)$ – результат проекту, що визначається дією знань U_z^j

та впливом V^d ;

V^d – додатковий вплив на проект.

В загальному випадку

$$E(H^*(U_z^j, V^d)) < E(H(U_z^j)),$$

де $E(H^*(U_z^j, V^d))$ – ефективність результату проекту, що визначається

дією знань U_z^j та додатковим впливом V^d ;

$E(H(U_z^j))$ – ефективність результату проекту, що визначається дією

знань U_z^j

Висновки

Запропоновано основні принципи застосування мета-методології управління проектами (ММУП) на авіабудівних підприємствах. Результатом застосування ММУП є створення методології управління проектами, що інтегрує інструменти, процеси, знання існуючих методологій управління проектами з знаннями, інструментами та процесами конкретного авіаційного підприємства.

Список літератури

1. Газарян С. В. Теоретичне обґрунтування шляхів запровадження передового зарубіжного досвіду щодо управління проектами регіонального розвитку // Управління проектами регіонального розвитку : матеріали науково-практичної конференції (м. Феодосія, 8–12 липня 2013 р.) / За ред. проф. Ю. О. Куца, О. В. Решеvecь. – Х. : ХарПІ НАДУ, 2013. – С. 25 – 29.
2. Копитько О. О. Впровадження системної методології програмного та проектного управління стратегічним розвитком територій в Україні / Копитько О. О. // Публічне адміністрування: теорія та практика: електрон. зб. наук. пр. – 2010. – Вип. 2 (4). – Режим доступу : <http://www.dbuapa.dp.ua/zbirnik/2010-02/10koortu.pdf>. – Назва з екрана.
3. Бушуев С.Д. Современные подходы к развитию методологий управления проектами / С.Д.Бушуев, Н.С.Бушуева // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2005. – №1, с. 5–19
4. С.А.Баркалов, В.И.Воропаев, Г.И.Секлетова и др. Математические основы управления проектами: Учебное пособие/ С.А.Баркалов, В.И.Воропаев, Г.И. Секлетова и др. Под ред. В.Н. Буркова – М.: Высшая школа, 2005. – 423 с.
5. Чемерис А. О. Розроблення та управління проектами у публічній сфері: європейський вимір для України. Практичний посібник / Чемерис А.О.; Швейцарсько-український проект "Підтримка децентралізації в Україні – DESPRO". – К.: ТОВ "Софія-А". – 2012. – 80 с.

В.В. Трейтяк, Д.П. Бараннік
(Національний авіаційний університет, Україна)

Технологія прийняття проектних та виробничих рішень на етапі технічної підготовки виробництва

Запропоновано нову технологію прийняття проектних та виробничих рішень на етапі технічної підготовки виробництва, яка базується на використанні інтегрованого інформаційного середовища сучасних інтегрованих автоматизованих систем. Така технологія дозволяє вдосконалити процеси технічної підготовки та підвищити ефективність управлінських рішень по виготовленню виробів по замовленню.

Прийняття ефективних проектних та виробничих рішень в умовах діючих наукоємних машинобудівних підприємств є надзвичайно складною і водночас актуальною проблемою як для України, так і для інших пострадянських країн [1-3]. На теперішній час не існує ні теоретичного, ні, тим більше, практичного вирішення автоматизації інформаційної підтримки процесу прийняття таких рішень особою, яка його приймає (ОПР).

Основними причинами відсутності методів та відповідних інформаційних технологій є:

- велика кількість вхідних і вихідних інформаційних потоків даних;
- відсутність єдиного інтегрованого інформаційного середовища на підприємствах;
- наявність різноманітних інформаційних систем від різних розробників та відсутність їх надійної інформаційної інтеграції (CRM-, PDM-, CAD-, ERP- та інші системи).

В подальшому розглянемо принципово новий підхід до вирішення проблеми прийняття проектних та виробничих рішень.

Управління процесами технічної підготовки виробництва (ТПВ) на рівні наукових розробок базується на використанні процесного підходу [4]. Класичні положення процесного підходу передбачають розробку системи виробничих процесів на основі аналізу всіх видів діяльності підприємства.

Разом з тим, процес прийняття оперативних проектних та виробничих рішень і досі зводиться до підготовки декількох їх варіантів для ОПР. Це може бути начальник відділу, головний конструктор, головний інженер та ін. Рішення, яке він приймає (по термінам, вартості, якості та ін.) на жаль дуже суб'єктивне і не може розглядатись як оптимальне.

Нові положення, методи і розроблені відповідні інформаційні технології прийняття управлінських рішень повинні не просто забезпечувати управління підприємством у відповідності до процесного підходу, а гарантувати, що при такому переході ключові напрямки діяльності підприємства дотримано з максимальною ефективністю [5]. Для того, щоб визначити умови, у відповідності з якими будуть розроблені нові положення прийняття управлінських рішень потрібно встановити слабкі місця існуючого

процесного управління з точки зору складності їх використання для машинобудівного підприємства з показаним типом виробництва.

В ході аналізу процесів ТПВ базових для даного дослідження підприємств були встановлені наступні недоліки:

1. На стадіях аналізу поточної діяльності підприємства та розробки його виробничих процесів не розглядається можливість використання вже існуючих референтних моделей виробничих процесів, що значно скорочує ефективність використання часових та людських ресурсів на даних стадіях;

2. Деталізація, з якою розроблюються моделі виробничих процесів «як є», «еталонних» часто буває перевантаженою. Як наслідок, частина розроблених моделей не використовується і для цілей аналізу, і для забезпечення виконання процесів підприємства;

3. Не розглядаються питання ранжування виробничих процесів за ступенем їх впливу на ефективність діяльності підприємства. Відсутні методики підвищення ефективності основних етапів технічної підготовки виробництва.

Як було обґрунтовано і доведено, інформаційною основою для прийняття проектних та виробничих рішень повинна бути єдина інтегрована модель даних (ЄІМД). Саме використання ЄІМД для машинобудівного підприємства дозволяє скоротити часові, фінансові та людські ресурси при впровадженні процесного підходу для управління підприємством.

Розробка нових положень для процесів прийняття управлінських рішень на машинобудівному підприємстві дозволить вирішити задачу ефективного впровадження процесного управління підприємством з позаказним типом виробництва [4].

Нові положення повинні забезпечити спеціальний комплекс заходів направлених на удосконалення тих етапів технічної підготовки виробництва, які значно впливають на оперативність прийняття управлінських рішень [5]. Ефективні рішення в області управління проектними та виробничими даними одного машинобудівного підприємства повинні бути представлені у вигляді, придатному для використання іншими машинобудівними підприємствами, тобто бути типовими.

Виходячи з перерахованих умов, нові положення по управлінню виробничими процесами типового машинобудівного підприємства з позаказним типом виробництва можна представити у наступному вигляді:

1. Початкові моделі процесів управління виробництвом для проведення аналізу та визначення специфіки управління основними етапами життєвого циклу виробу формуються на основі ЄІМД та існуючих моделей виробничих процесів.
2. Пріоритетні проектні та виробничі процеси визначаються на основі критеріїв вибору ключових процесів ТПВ та оперативного управління виробництвом. Для даних процесів застосовується метод, який дозволяє підвищити ефективність їх виконання через обґрунтований вибір значень «внутрішніх» параметрів процесів.
3. За розробленими моделями проектних та виробничих процесів ТПВ здійснюється розробка регламентів відповідних процесів, а також

розробка положень структурних виробничих підрозділів. Це необхідно для вдосконалення процесів прийняття оперативних управлінських рішень з урахуванням внесених корегувань проектних та виробничих процесів.

4. За умови створення та використання інтегрованого інформаційного середовища автоматизованих систем виробничого призначення здійснюється апробація розроблених алгоритмів управління процесами ТПВ. Ефективність їх використання і впровадження визначається на основі моніторингу ключових показників.

Основні відмінності запропонованих положень від існуючих методів управління виробництвом представлено на рисунку. Відмінності ґрунтуються на тому, що дотримання нових розроблених положень дозволяє:

1. Забезпечити формалізацію, моделювання та деталізацію тільки тих виробничих процесів, які необхідні для досліджень.
2. Проаналізувати діяльність підприємства для вирішення наступних задач: управління основними етапами життєвого циклу виробу; управління виробничими процесами підприємства; прийняття управлінських проектних та виробничих рішень.
3. Забезпечити розробку вдосконаленої системи управління виробничими процесами та етапами ТПВ підприємства на основі використання ЄІМД.
4. Алгоритмізувати процеси прийняття оперативних і достовірних управлінських проектних та виробничих рішень.

Необхідно відмітити, що використання даних положень потребує розробки наступних додаткових теоретичних та практичних інструментів:

1. Єдиної семантичної моделі проектних, виробничих та нормативно-довідкових даних.
2. Алгоритмів прийняття управлінських рішень на етапах ТПВ.
3. Системи оцінки ефективності процесів ТПВ машинобудівного підприємства з позаказним типом виробництва.

У відповідності до положень процесного підходу при розробці процесних моделей основних етапів життєвого циклу виробу машинобудівного підприємства передбачається, що всі види проектних та виробничих процесів ТПВ повинні підпорядковуватись єдиним правилам управління [5].

Традиційно при розробці моделей виробничих процесів на етапах ТПВ машинобудівного підприємства з дрібносерійним, серійним або масовим типом виробництва складностей не виникає. Це пояснюється тим, що при багаторазовому наповненні баз даних по персоналу, матеріально-технічному забезпеченню та ін., визначається єдина технологія її виконання. Виконавцям відомо які ресурси необхідні для виконання робіт, відомо також, з ким вони повинні здійснювати взаємозв'язок.

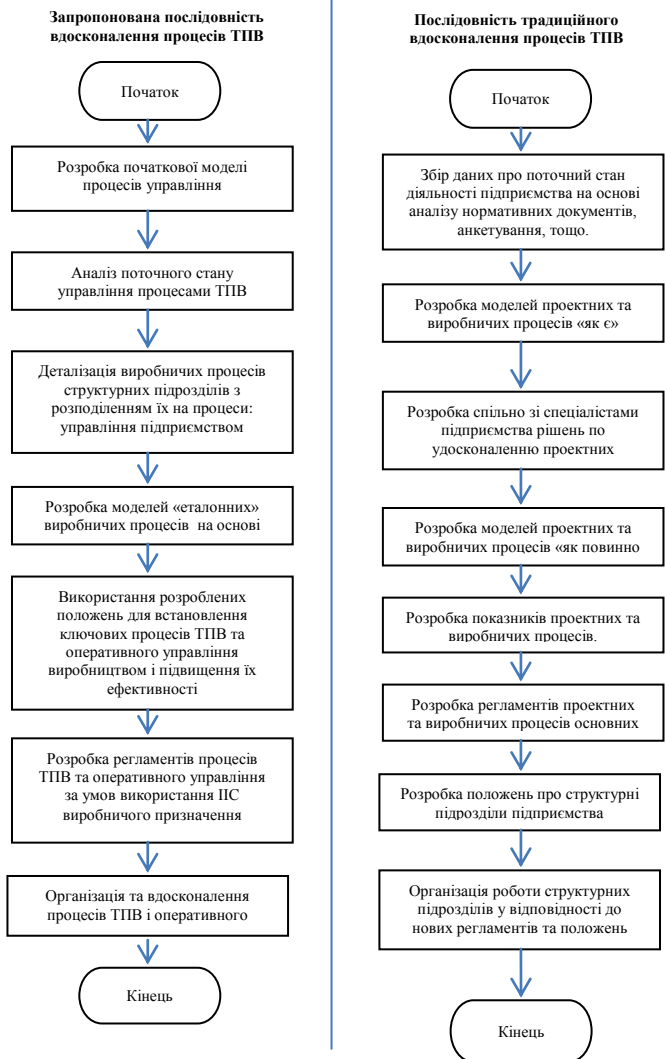


Рисунок – Алгоритми «традиційної» та розробленої послідовності вдосконалення процесів ТПВ

Висновки. Таким чином, нові положення вдосконалення процесів технічної підготовки та оперативного управління виробництвом повинні базуватись на використанні єдиної інтегрованої моделі даних машинобудівного підприємства з показником типом виробництва, що дозволяє ефективно

приймати проектні і виробничі управлінські рішення, а також сформулювати в рамках системи управління виробничими процесами три базових управлінських рівня: управління підприємством; управління процесами технічної підготовки виробництва; контроль за управлінням. Розроблені положення та алгоритми прийняття управлінських рішень на етапах технічної підготовки виробництва забезпечують отримання даних про ефективність виготовлення виробів на замовлення з необхідним ступенем деталізації, що дозволяє оцінити ефективність виробництва в цілому з точки зору досягнення поставленої мети.

Список літератури

1. Pavlenko P.M. Information technology of integrated competency assessment of specialists in 3D modeling / P.M. Pavlenko, Y.V. Vlasenko // *Aviation in the XXI-st century «Safety in Aviation and Space Technologies»: The seventh World congress, September 19-21, 2016.* – Kyiv: National Aviation University, 2016. – V. 1. – P. 1.8.1–1.8.4.
2. Павленко П.М. Математичне моделювання процесів інтеграції виробничих даних / П.М. Павленко, Б.С. Ахметов, В.В. Трейтяк // *Технологический аудит и резервы производства.* – 2016. – № 2/3 (28). – С. 29–33.
3. Трейтяк В.В. Розробка технології консолідації та синхронізації даних інтегрованих автоматизованих систем виробничого призначення / В.В. Трейтяк // *Східно-Європейський журнал передових технологій.* – 2015. – №6 (84). – С. 95–101.
4. Pavlenko P. Information technology for data exchange between production purpose integrated automated systems / P. Pavlenko, V. Treityak, S. Tolbatov, A. Tolbatov, H. Smolyarov, O. Viunenko, V. Tolbatov // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.* – 2016. – № 1 (54). – С. 83–86.
5. Трейтяк В.В. Процесна модель управління технологічною підготовкою виробництва в середовищі інтегрованих автоматизованих систем / В.В. Трейтяк // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ».* – Х.: НТУ «ХПІ» – 2015. – (Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси) № 49 (1158). – С. 63–67.

Г.А. Вірченко, д.т.н.
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І. Сікорського», Україна)

В.В. Вірченко,
(Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, Україна)

Застосування комп'ютерних інформаційних технологій у навчанні бакалаврів і магістрів спеціальності «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

Проаналізовано деякі аспекти використання комп'ютерних інформаційних технологій під час підготовки бакалаврів і магістрів спеціальності «Авіаційна та ракетно-космічна техніка». Розглянуто питання змісту й організації навчального процесу, використання отриманих студентами знань у своїй подальшій професійній діяльності.

Нині освітня галузь України знаходиться у стані інтенсивного реформування, що полягає у здійсненні її подальшого удосконалення з метою підвищення якості, адаптації до європейських стандартів.

У навчальному процесі підготовки бакалаврів і магістрів спеціальності «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» комп'ютерні інформаційні технології відіграють важливу інтегруючу роль. Це пов'язано із забезпеченням ними тісних міждисциплінарних зв'язків, що дозволяє студентам отримувати цілісні системні теоретичні знання і практичні навички з обраної спеціальності. Використання засобів обчислювальної техніки суттєво сприяє швидкому зростанню кваліфікації майбутніх фахівців, постійному підвищенню якості їх підготовки.

Бакалаврський рівень вищої освіти передбачає здобуття теоретичних знань і практичних умінь, достатніх для успішного виконання професійних обов'язків за певною спеціальністю, а магістерський – їх поглиблення, додаткове опанування загальних засад методології науково-професійної діяльності та інших компетентностей, необхідних для ефективного розв'язання задач інноваційного характеру.

Подамо далі досвід застосування комп'ютерних інформаційних технологій, який накопичено в НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» під час підготовки бакалаврів і магістрів спеціалізації «Літаки і вертольоти» на факультеті авіаційних і космічних систем.

На протязі першого та другого року навчання студенти завдяки дисципліні «Інформаційні технології та загальні методи розробки прикладного програмного забезпечення» отримують базові знання та уміння з інформаційних технологій, розробки та продуктивного використання сучасного комп'ютерного програмного забезпечення. При цьому ознайомлюються з такими мовами програмування як Assembler, Visual Basic, C, C++, dBase, FoxPro, Delphi, Lisp, HTML, Perl, PHP, JavaScript та ін.

Прикладом інтегрованого застосування отриманих знань з інформатики та програмування у процесі освоювання інших навчальних дисциплін може

слугувати курс «Інженерна та комп'ютерна графіка» [1], де для автоматизованого геометричного моделювання різноманітних фігур у середовищі системи AutoCAD широко вживаються програмні засоби, створені за допомогою мови Visual Basic. Такий підхід дозволяє успішно формувати інноваційну складову для майбутньої професійної діяльності студентів.

Організація навчального процесу в НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» на факультеті авіаційних і космічних систем в аспекті впровадження комп'ютерних інформаційних технологій характеризується послідовним розширенням та поглибленням відповідних теоретичних знань, практичних умінь і навичок. Так, зокрема, це стосується такого предмета як «Конструювання елементів літальних апаратів у системах CAD/CAM/CAE», що викладається бакалаврам на третьому та четвертому році навчання [2]. У наведених методичних вказівках подано теоретичні відомості та практичні приклади автоматизованого параметричного конструювання елементів крила літака із застосуванням для цього програмних засобів.

Подальшому закріпленню зазначених компетентностей сприяє виконання студентами курсових проектів із конструювання та технології виготовлення літальних апаратів, проходження виробничої практики, дипломне проектування, які здійснюються з широким використанням комп'ютерних інформаційних технологій.

Таким чином, бачимо, що останні становлять стрижень комплексної інтегрованої фахової підготовки бакалаврів спеціальності «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» на протязі всього часу їх навчання в університеті.

Це ж стосується й магістрів відповідного профілю. Однак акцент робиться вже на поглиблену теоретичну наукову підготовку, що засвідчують, зокрема, навчальні матеріали [3-6]. У посібнику [3] геометричне моделювання в сучасних автоматизованих системах вивчається на більш фаховому рівні, аналізуються належні приклади в системі КОМПАС-3D. Методичні вказівки [4] присвячені розробці моделей базової геометрії несучих поверхонь літака в середовищі системи Pro/Engineer. Видання [5] регламентує виконання лабораторних робіт з автоматизованого формування кінцево-елементних моделей конструкції літальних апаратів для проведення розрахунків на міцність. Матеріали [6] висвітлюють комп'ютерне моделювання типових елементів складальних пристроїв для виготовлення авіаційної техніки.

Отже, комп'ютерні інформаційні технології інтенсивно застосовуються під час викладання магістрам таких дисциплін як «Автоматизація проектування», «Міцність літальних апаратів», «Новітні технології в авіації і космонавтиці» та ін. Одночасно з цим продовжується поглиблення відповідних наукових знань і практичних навичок шляхом вивчення курсу «Програмування та використання баз даних». Закріплюються наведені уміння під час проходження студентами науково-дослідної практики та написання магістерської дисертації.

На рис. 1 показано приклад твердотілого комп'ютерного структурно-параметричного конструювання кесона крила літака, що включає формування деталей (монолітних панелей, стінок, поясів і стояків лонжеронів та нервюр і т. д.) та належних складаних одиниць.

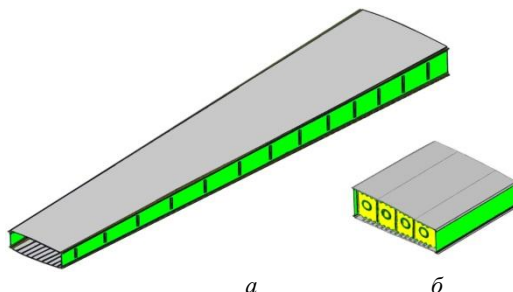


Рис. 1. Комп'ютерна твердотільна модель кесона крила літака:
а – консольна частина; б – центроплан

Висновки

Подані вище матеріали засвідчують важливу інтегруючу роль комп'ютерних інформаційних технологій для навчальної підготовки бакалаврів і магістрів спеціальності «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», актуальність використання отриманих студентами відповідних знань, умінь і навичок у своїй подальшій професійній діяльності.

Список літератури

1. Вірченко Г.А. Двовимірне геометричне моделювання в системі AutoCAD (з елементами математичних основ і програмування): навч. посіб. / Г.А. Вірченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 72 с.
2. Борисов В.В. Проектування елементів літальних апаратів у системах CAD/CAM/CAE. Комп'ютерне моделювання елементів конструкції крила літака: метод. вказівки до вивчення дисципліни / В.В. Борисов, Г.А. Вірченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 32 с.
3. Ванін В.В. Теоретичні основи геометричного моделювання в машинобудівних САПР із прикладами в КОМПАС-3D: навч. посіб. / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 140 с.
4. Вірченко Г.А. Розробка комп'ютерних моделей базової геометрії несучих поверхонь літака: метод. вказівки до комп'ютерного практикуму / Г.А. Вірченко, Р.В. Карнаушенко, В.В. Борисов, Ю.І. Бондар. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 44 с.
5. Борисов В.В. Численные методы динамики и прочности летательных аппаратов: метод. указания к выполнению лабораторных работ для иностранных студентов / В.В. Борисов, Г.А. Вірченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 48 с.
6. Вірченко Г.А. Комп'ютерне моделювання типових елементів складальних пристроїв: метод. вказівки до вивчення дисципліни «Новітні технології виробництва літальних апаратів» / Г.А. Вірченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 24 с.

Имплементация симуляторов бортовых авиационных систем

В работе рассматривается механизм имплементации (практической реализации) интерактивной мультимедии – виртуального инструментария для отработки практических навыков по обслуживанию бортового авиационного оборудования и систем авионики.

В настоящее время значительно возросли требования к уровню подготовки авиационных специалистов по обслуживанию бортового оборудования воздушных судов. Однако в технических вузах получение специалистом практических навыков по обслуживанию авиационных систем почти всегда затруднено. Это связано, в основном, с ростом стоимости бортового оборудования. В результате чего учебные заведения не всегда могут позволить себе оборудовать рабочие места по отработке навыков технической эксплуатации современных авиационных систем воздушных судов [1].

Решением данной проблемы является использование в учебном процессе виртуального инструментария (симуляторов). Отработка практических навыков на компьютерных симуляторах дает целый ряд известных преимуществ по сравнению с традиционными учебными программами [1, 5].

Назначение симуляторов – обучение авиационных специалистов определенному объему знаний о работе систем бортового оборудования воздушных судов; обучение управлению системами при возмущающих воздействиях и нештатных ситуациях; выработка необходимой реакции на разного рода возмущения и нештатные ситуации; обеспечение оптимального взаимодействия инструктора и обучаемых и др. [1, 5]. Основной особенностью данных симуляторов является максимально полное воспроизведение внешнего вида физических устройств и элементов управления ими, а также движения отдельных элементов в соответствии с происходящими физическими процессами [1, 2].

Общей задачей при разработке симуляторов является моделирование с целью создания виртуального образа, максимально достоверно имитирующего поведение (функционирование) физического объекта. Для обеспечения достоверности виртуального образа необходимо, прежде всего, обеспечить визуальное сходство интерфейса симулятора и его адекватную интерактивную реакцию на управляющие воздействия обучаемого, выступающего в роли оператора [3, 4]. Поэтому на первом этапе создания симулятора необходимо «отрисовать» все графические элементы максимально похожими на реальные объекты системы.

Работа по созданию симуляторов (виртуального инструментария) выполнялась в несколько этапов.

На первом этапе формулировались основные требования к создаваемому программному продукту: визуальное сходство интерфейса

программы симулятора с полем кабины воздушного поля; интуитивно понятные приемы воздействия на органы управления и адекватная, ожидаемая реакция ассоциируемых с ними графических объектов интерфейса программы; достоверные хронометрические характеристики отклика математической модели процессов, протекающих в имитируемой схеме; схожее с реальным графическое представление результатов расчета в виде имитации работы контрольно-измерительных приборов, расположенных на пультах управления авиационного оборудования; адекватная (соответствующая реальной) реакция программы на неправильные (не предусмотренные инструкцией по эксплуатации авиационной техники) действия обучаемого.

На втором этапе с учетом заданных требований формировалась модульная, как наиболее экономичная и эффективная, структура (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модульная структура программы виртуального инструментария

Графический интерфейс программы воспринимает управляющие воздействия обучаемого на графические объекты, ассоциируемые с органами управления авиационного оборудования, и формирует поток данных изменяющихся координат графических объектов. Визуальный облик данного интерфейса может представлять собой обработанное фотографическое изображение моделируемого узла, блока, системы.

Модуль интерпретации графических данных преобразует графическую информацию, поступающую в него в виде изменяющихся координат, в значения физических величин, характеризующих управляющие воздействия оператора.

Модуль визуализации результатов расчета преобразует физические величины, полученные в результате математического моделирования

физических процессов, протекающих в технологической схеме специальной техники, в графический вид. Например, рассчитывает угол поворота стрелки манометра для вывода информации через графический интерфейс в зависимости от величины давления на данном участке схемы [6].

Ядро содержит алгоритм, построенный на основе комплексной математической модели детального описания физических процессов, происходящих в авиационных системах, например, осуществляющий расчет параметров состояния газа в любой точке его технологической схемы применительно к реальному и трансформируемому масштабу времени [6].

Алгоритмическое наполнение модулей программы виртуального инструментария осуществляется на третьем этапе.

Виртуальный инструментарий, моделирующий условия эксплуатации реальных пилотажно-навигационных комплексов и приборного оборудования, разрабатывался с помощью интегрированной среды разработки *Flash IDE*, которая позволяет проследить работу систем авионики в штатном и нештатном режимах эксплуатации; проконтролировать работу по отработке возмущений; выбрать и реализовать с помощью компьютерных моделей штатных средств управления нужный режим работы; проследить работу объектов при действии сложных нештатных ситуаций и ликвидировать эти ситуации, соблюдая заданный порядок действий; убедиться в правильности выполнения действий через регистрацию действий обучаемого и сравнения их с эталонными; получать оценку действий со стороны инструктора [7].

Примеры готовых модулей виртуального инструментария приведены на рисунках 2, 3.



Рисунок 2 – Виртуальный инструментарий технического обслуживания систем авионики современного самолета: модуль подключения аэродромного питания



Рисунок 3 – Виртуальный инструментальный техническое обслуживания систем авионики современного самолета: модуль подключения автоматов защиты сети

Внедрение таких инструментариев требует комплексного подхода, как со стороны образовательных структур, производственных и других государственных структур.

Выводы

Модульная структура обеспечивает возможность относительно простой модернизации виртуального инструментария и наращивания его имитационных возможностей, сокращение сроков разработки, снижение затрат на техническую эксплуатацию, уменьшение времени развертывания и потребной площади для размещения, снижение стоимости авиационных симуляторов.

Разработанный виртуальный инструментарий позволяет выработать устойчивые логические и моторные навыки управления системами авионики любого воздушного судна.

Использование такого инструментария в образовательном процессе будет способствовать не только повышению качества обучения, но и экономии значительных финансовых ресурсов, созданию безопасной, экологически чистой среды.

Список литературы

1. Капустин, А.Г. Роль и место процедурных тренажеров технического обслуживания воздушных судов в подготовке авиационных специалистов / А.Г. Капустин, Н.С. Карнаухов // Совершенствование обеспечения полетов авиации: тезисы докладов VI военно-научной конференции курсантов и

молодых ученых. Ред. коллегия Р. И. Могилянец, М. Н. Мануйлов, Д. Ю. Мягков – г. Минск. БГАА, 2015. – 432 с.

2. Богдановская, И. Информационные технологии в педагогике и психологии. Стандарт третьего поколения / И. Богдановская, Т. Зайченко // Учебник для вузов – Санкт-Петербург: ИД «Питер», – 2015. – 304с.

3. Сергеев, А.Г. Применение современных компьютерных технологий для разработки виртуального инструментария по технической эксплуатации приборного оборудования самолетов / А.Г. Сергеев // Сборник материалов III Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ-2016». – 29–30 ноября 2016 г. – БНТУ, Минск. – С. 117–118.

4. Сергеев, А.Г. Особенности разработки модульного мультифункционального тренажера авиационных систем перспективных летательных аппаратов / А.Г. Сергеев // 6-я Международная научно-практическая конференция авиационного факультета учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» «Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации», 19-20 мая 2016 г.: тезисы докладов. – Минск: ВА РБ, 2016 – С. 149–150.

5. Сергеев, А.Г. Виртуальный комплекс для исследования электрооборудования перспективных летательных аппаратов / А.Г. Капустин, Е.В. Балич, Н.С. Карнаухов, Р.А. Омелюсик, А.Г. Сергеев // Официальный каталог инновационной недели «InMAX'15» 2015. – 128 с.

6. Мук, К. ActionScript 3.0 для Flash / К. Мук // Подробное руководство – Санкт-Петербург: ИД «Питер», – 2011. – 992с.

7. Капустин, А.Г. Особенности разработки модульного мультифункционального тренажера систем авионики / А.Г. Капустин, А.Г. Сергеев // материалы 51-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского «Идеи К.Э Циолковского в инновациях науки и техники», – Калуга, 2016. – С. 383–385.

Распределенные вычисления в зоне Tas-Ix

В статье приводятся применения распределенных вычислений на основе веб-технологий JavaScript в сети TAS-IX.

Распределенная система

Распределенная система - это набор независимых компьютеров, представляющий их пользователям единой объединенной системой [1]. Если разделить любую информационно вычислительную систему на аппаратную и программную часть, с точки зрения аппаратной части: все компьютеры автономны, что касается программной части: все пользователи думают, что работают с единой системой. Существует разные аспекты распределенных систем. Первым аспектом является процесс взаимодействия между компьютерами и связи с серверами скрыт от конечного пользователя. Другим важным аспектом распределенных систем является способ, при помощи которого пользователи и приложения единообразно работают в распределенных системах, независимо от того, где и когда происходит их взаимодействие. Основным аспектом распределенных систем чем другие системы является легкое масштабирование и расширение. Этот аспект является прямым следствием наличия независимых клиентов, но в то же время не показано каким образом эти клиенты объединяются между собой в единую систему.

Распределенные системы работают постоянно, но некоторые приложение или компьютеры могут выходить из строя. Остальные компьютеры и пользователи не должны уведомляться о том, что эти части заменены или что модифицированы части приложения.

Для имитации различных компьютеров и сетей в виде единой системы, в распределенных системах существует дополнительный слой программного обеспечения, который находится между верхним, на котором находится пользователи и приложения, и нижним уровнем, состоящим из операционных систем, как показано на рис.1.1 такая распределенная система обычно называется системой промежуточного уровня (middleware).



Рис 1.1 Система промежуточного уровня (middleware)

В настоящее время существует огромное количество сетей распределенных вычислений. Наиболее крупные — Folding@home, BOINC, SETI@home, Einstein@Home, Rosetta@home. Вычисляют они все, что только можно вычислять распределено — от подбора md5 паролей до симуляции свертывания белка.

Каждая из этих сетей имеет необычно высокую производительность и включает в себя миллионы узлов. Производительность каждой сравнима с производительностью суперкомпьютера. Исходя из вышеуказанного можно подсчитать существующий неиспользуемый потенциал пользователей в сети Tas-ix.

В основном обмен в сети Tas-ix между пользователями составляет передача различных файлов на основе P2P технологии (торрент трекеры), где каждый пользователь раздает свои файлы оформленные на сайте трекера и на фоновом режиме.

Принцип работы данной технологии очень прост для полноценного внедрения не надо устанавливать дополнительные утилиты а всего лишь зайти на сайт сервера под своим логином и паролем дать желаемый результат и оставить страницу. Веб-технологии как JavaScript на который основан язык Node.js способствует получать ресурсы на разных уровнях, что позволяет объединить всех пользователей в сети Tas-ix воедино целое.

«Клиент — сервер» (client-server) — вычислительная или сетевая архитектура, в которой задания или сетевая нагрузка распределены между поставщиками услуг, называемыми серверами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами. Фактически клиент и сервер — это программное обеспечение. Обычно эти программы расположены на разных вычислительных машинах и взаимодействуют между собой через вычислительную сеть посредством сетевых протоколов, но они могут быть расположены также и на одной машине. Программы — сервера, ожидают от клиентских программ запросы и предоставляют им свои ресурсы в виде данных (например загрузка файлов (посредством HTTP, FTP, BitTorrent), потоковое мультимедиа или работа с базами данных) или в виде сервисных функций (например работа с электронной почтой, общение посредством систем мгновенного обмена сообщениями или просмотр web-страниц во всемирной паутине).

Ниже приведен развернутый метод последовательности логики клиента и сервера

Логика Клиента

1. Клиент приходит на сервер, авторизуется.
2. Клиент загружает вычисляющие скрипты и прочую промежуточную логику.
3. Клиент удаляет устаревшие задачи из Хранилища.
4. Клиент запускает Воркеры (количество их зависит от настройки).
5. Клиент проверяет задачи (в Хранилище), которые были выполнены, но не доставлены на сервер — Отправляет эти задачи через Воркеры.

6. Каждый Воркер запрашивает задачи с Сервера или берет не выполненные задачи из Хранилища через Клиент (1-ну или несколько).

7. Клиент сохраняет задачи в Хранилище (на случай если будет перезагружена страница).

8. Каждый Воркер начинает вычислять свою задачу.

9. После окончания вычисления задачи Воркер сохраняет решение в Хранилище (на случай если будет перезагружена страница или сервер не доступен).

10. Воркер отправляет решение задачи на Сервер (и так далее с пункта 6).

Пока клиент выполняет задачу другие клиенты (скрипты на других страницах в одном браузере) блокируются.

Логика Сервера

1. Сервер авторизует Клиента.

2. Приходит запрос задачи от Воркера — Сервер проверяет устаревшие задачи, если такие есть — отправляет клиенту.

2.1. Если устаревших задач нет — создает новую задачу, отправляет клиенту.

3. Воркер отправляет ответ на задачу — Сервер проверяет ответ, отмечает задачу как выполненную.

3.1. Сервер отправляет Воркеру новую задачу (и так далее с пункта 2).

4. Как только Сервер получает правильный ответ от Воркера Сервер не прекращает работу — не выдает задачи.

С учетом все вышесказанного распределенные системы в сети Tas-ix помогает объединить в кластер все подключенные компьютеры и вычислять большие данные. Данный метод идеально подходит для сегодняшней ситуации, где внутренняя сеть Tas-ix подключается бесплатно и за использование плата не берется.

Рассмотрены действующие методы зарубежных стран по использованию распределенных систем, выявлены их недостатки. Предложена методика организации и алгоритм создания распределенных вычислений на основе веб-технологий увеличивающие эффективность кластерных систем.

Список литературы

1. Распределенные системы. Принципы и парадигмы Эндрю Таненбаум, М. ван Стеен 2003 год

2. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2014.- 155 с. - 250 экз.

3. Распределенные вычисления. https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_computing

4. Добровольные вычисления. https://en.wikipedia.org/wiki/Volunteer_computing

5. www.wikipedia.org/wiki/Клиент_—_сервер

Прийняття стратегічних рішень при побудові інформаційних технологій управління в авіаційній галузі

Анотація. Розглядається задача прийняття стратегічного рішення при розробці інформаційних технологій управління в авіаційній галузі. При цьому досліджено стратегічні сценарії з врахуванням ефективності та ризикованості. Зроблено висновок, що двокритеріальні задачі даного типу розв'язуються на основі надання переваги одному з обраних критеріїв.

Сучасний темп змін та розвитку технологій в авіаційній галузі при високому рівні стратегічної активності вимагає розробки нових інформаційних технологій, що забезпечить встановлення системи подвійного управління в поточній і стратегічній діяльності [1]. Стратегічне управління на сьогоднішній день є важливою складовою розвитку авіаційної галузі. Знання стратегії дає можливість уточнити оптимальні шляхи дій, а також дає основу для ухвалення рішення. Розроблена стратегія повинна характеризуватись чітким визначенням цілей, набору дій та рішень, чітким розподілом ресурсів, адаптацією до зовнішнього середовища та внутрішньої координації [2]. Інформаційні технології при цьому повинні забезпечити особу, що приймає рішення (ОПР) даними аналітичного та прогнозного характеру, що забезпечить зниження ризику при ухваленні рішення. Приймаючи обгрунтовані й систематизовані стратегічні та тактичні рішення, ОПР знижує ризик ухвалення неправильного рішення через помилкову або недостовірну інформацію про можливості системи управління або про зовнішню ситуацію. Тому важливим є розробка комплексних методів, що дадуть можливість не тільки формулювання цілей, а й відстеження динаміки їх досягнення, а також визначення досягнення глобальної мети.

Задача прийняття стратегічних рішень в умовах ризиків в авіаційній галузі полягає в формулюванні цілей, варіантів рішень, визначення ознак і показників для опису властивостей стратегій і їх взаємозв'язків, а також оцінювання характеристик імовірності подій, важливості цілей, визначення ознак і показників, переваг альтернатив рішень.

Розробка перспективної та довгострокової стратегії базується на визначенні цілей шляхом побудови дерева цілей та на основі нього вибору оптимальної стратегічної альтернативи. Стратегічний сценарій визначається набором:

$$S = \langle D, C, T, R, V, P, \alpha, \beta \rangle, \quad (1)$$

де $D = \{d_i\}$, $i = 1, \dots, n$ - множина процесів, $C = \{c_i\}$, $i = 1, \dots, m$ - множина цілей, $T = \{t_i\}$, $i = 1, \dots, k$ - множина переходів, $R = \{r_i\}$, $i = 1, \dots, m$ - множина ресурсів, $V = \{v_i\}$, $i = 1, \dots, l$ - множина

факторів зовнішнього та внутрішнього середовищ, $P = \{p_i\}, i = 1, \dots, k$ - множина показників ефективності; $\alpha : T \times D \bigcup D \times T \rightarrow \{0,1\}$ - функція інцидентів "процеси-переходи" (в матричній формі - $\|\alpha(d,t)\|$), $\beta : D \rightarrow 2^C$ - функція розподілу цілей (2^C - множина усіх підмножин C).

Стратегічний сценарій представляє собою спосіб досягнення поставленої цілі та характеризується показниками ефективності. Дослідження показників ефективності дають основу для вибору оптимального стратегічного сценарію. При цьому важливо встановити вплив ризикових факторів на показники ефективності. Прийнятним є сценарій з найвищими значеннями показників ефективності або найменш ризиковий. Таким чином, отримуємо багатокритеріальну задачу прийняття стратегічного рішення.

Якщо $s \in S$ - поточний сценарій стратегічного управління, $P(c)$ - множина сценаріїв стратегічного управління, що відповідає стратегічній цілі $c \in C$ та належить допустимій множині C (при визначенні цілі c сценарій відповідає одній з точок множини $P(c)$). Введемо на множині $S \times C$ скалярну функцію $E(s, c) : S \times C \rightarrow ef$, що визначимо як критерій ефективності стратегічного сценарію. Критерій ефективності ставить у відповідність кожному значенню пари «сценарій –ціль» дійсне число. Ефективність управління представляється величиною:

$$ef = \max_{s \in P(c)} E(s, c) \quad (2)$$

Задача вибору стратегічного сценарію полягає у визначенні сценарію $s \in S$, при реалізації якого б досягався максимум (2), тобто оптимальним вважається сценарій, що має максимальну ефективність:

$$ef = \arg \max_{s \in P(c)} E(s) = \arg \max_{c \in C} \max_{s \in P(c)} E(s, c) \quad (3)$$

Таким чином, стратегічний сценарій залежить від цілі та ризику, тобто $P = P(c, Risk)$. Отже, критерій ефективності стратегічного сценарію ef також повинен залежати від ризику:

$$E(s, c, Risk) : S \times C \times Risk \rightarrow ef, \quad (4)$$

і ефективність сценарію, у свою чергу, повинна залежати від цього параметра:

$$E(c, Risk) = \max_{s \in P(c, Risk)} E(s, c, Risk) \quad (5)$$

Залежність ефективності цілі (5) від стратегічного сценарію дає можливість розглядати задачу синтезу оптимального вибору стратегічного сценарію як двокритеріальну задачу. Відомо, що універсальних методів вирішення багатокритеріальних задач не існує (єдина загальновизнана рекомендація – виділення множини рішень, ефективних за Парето).

Якщо за аналогією з (4) максимізувати критерій (5) на множині цілей, то отримаємо:

$$c(Risk) = \arg \max_{c \in C} E(c, Risk) = \arg \max_{c \in C} \max_{s \in S(c, Risk)} E(s, c, Risk) \quad (6)$$

Якщо на момент прийняття стратегічного рішення значення критерію ефективності ef стратегічного сценарію визначено, то можливе використання параметричних рішень виду (6). При цьому ефективність стратегічного сценарію дорівнює ефективності стратегічного сценарію в умовах повної інформованості [3].

Таким чином, для заданої стратегічної цілі $c \in C$ існує дві характеристики: ефективність $E(c)$ та ризик $Risk(c)$. Задачу (двокритеріального) вибору стратегічного сценарію можна сформулювати або як задачу вибору стратегічного сценарію, що має максимальну ефективність при заданому рівні ризику:

$$\begin{cases} E(c, s) \rightarrow \max_{u \in U} \\ Risk(c, s) \leq Risk_0 \end{cases}, \quad (7)$$

або як задачу вибору стратегічного сценарію, що мінімізує ризик при заданому рівні E_0 ефективності:

$$\begin{cases} Risk(c, s) \rightarrow \min_{u \in U} \\ E(c, s) \geq U_0 \end{cases} \quad (8)$$

Висновки. Таким чином, в рамках формальних моделей неможливо отримати універсальний критерій, що об'єднував би ефективність та ризики. Тому при побудові інформаційної технології стратегічного управління прийняття рішення відносно вибору стратегічного сценарію має базуватись на визначенні критерію, відносно якого буде здійснено вибір.

Література.

1. Прокопенко Т.О. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами: [монографія] / Т.О. Прокопенко, А.П. Ладанюк. – Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2015. – 224 с.
2. Прокопенко Т.А. Информационная модель управления технологическими комплексами непрерывного типа в классе организационно-технических систем / Т.А. Прокопенко, А.П. Ладанюк // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2014. - №5. – С.64 – 70.
3. Новиков Д. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы / Д. А. Новиков, А.А.Ивашенко. – М.: КомКнига, 2006. – 332 с.

Оптимізація обробки цифрового зображення з використанням технології ARM_NEON

Наведено спосіб підвищення швидкодії операції згортки цифрового зображення та алгоритму транспонування цифрового зображення з використанням технології ARM_NEON.

В роботі [1] досліджено реалізацію згортки складової растру цифрового зображення (ЦЗ) з квадратною маскою лінійного двовимірного фільтру

$$p_{i,j} = F(p_{i,j}) = \sum_{ii=i-r_i}^{i+r_i} \sum_{jj=j-r_j}^{j+r_j} \gamma_{ii-i,jj-j} p_{ii,jj}^o \quad i = -\frac{k_i}{2}, \frac{k_i}{2}, j = -\frac{k_j}{2}, \frac{k_j}{2}, \quad (1)$$

де $p_{i,j}$ - складова растру; $F(i,j)$ - лінійний функціонал фільтрації; (i,j) - індекс пікселя растру; k_i, k_j - розміри кадру ЦЗ; $p_{ii,jj}^o$ - кольорова складова растру ідеального неспотвореного ЦЗ; $\gamma_{ii-i,jj-j}$ - елемент маски фільтру; $(2r_i + 1) \times (2r_j + 1)$ - розмір маски фільтру.

Експериментально доведено, що при автовекторизації коду, що реалізує операцію (1), за допомогою компілятора gcc/g++ [1] для архітектури ARMv7-A [2], відбувається автоматична конвертація типів даних для 32-розрядних обчислень, задля забезпечення гарантованої точності обчислень. Проте, проведені дослідження доводять, що за допомогою лише 16-бітних операцій та трансляції на мові асемблера ресурсномісткої частини алгоритму, можна отримувати виграш від 8 до 11 разів по швидкодії, при виконанні операції (1) [3]. Також при використанні операції "vext" є можливість зменшити кількість завантажень у векторні регістри в 16 разів. Але було визначено, що зменшення в 3 рази вже достатньо, щоб отримати оптимальний приріст по швидкодії, який складатиме від 9 до 13 разів.

Зауважимо, що для забезпечення можливості виконання 16-бітної операції достатньо вимагати, щоб елементи маски γ були типу ShortInt, та при реалізації виразу (1) виконувалась нерівність

$$\sum_{ii=i-r_i}^{i+r_i} \sum_{jj=j-r_j}^{j+r_j} |\gamma_{ii-i,jj-j}| \leq 127. \quad (2)$$

Наведена умова (2) дозволяє отримання нових лінійних операторів, що можуть мати реалізацію, при розробці програмного забезпечення щодо обробки цифрових зображень (та відео) з камер цільового призначення повітряних суден або супутників. Зауважимо, що цей показник прискорення був досягнутий завдяки використанню 16-bit команд SIMD [4] технології ARM NEON [2, 4] (надалі NEON).

Подальші дослідження проводились для вирішення задачі транспонування

зображення з використанням NEON. Було запропоновано алгоритм, що здатний заповнити усі регістри NEON-у, при цьому досягається значне підвищення швидкодії коду, що транспонує зображення. Порівняно з алгоритмом транспонування на мові C++, представлене рішення мовою асемблеру для NEON (рис. 1), підвищує швидкодію на 150 - 400%.

```

loc_13064
MOV             R5, LR
MOV             R0, R8
ADDS            R7, #0x10
j = R7
ADD             R8, R6 ; int
ADD.W           LR, LR, #0x10
VLD1.32         {D0-D1}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D2-D3}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D4-D5}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D6-D7}, [R5], colIn_rowOut
VTAN.8          Q0, Q1
VTAN.8          Q2, Q3
VTAN.16         Q0, Q2
VTAN.16         Q1, Q3
VLD1.32         {D8-D9}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D10-D11}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D12-D13}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D14-D15}, [R5], colIn_rowOut
VTAN.8          Q4, Q5
VTAN.8          Q6, Q7
VTAN.16         Q4, Q6
VTAN.16         Q5, Q7
VLD1.32         {D16-D17}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D18-D19}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D20-D21}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D22-D23}, [R5], colIn_rowOut
VTAN.8          Q8, Q9
VTAN.8          Q10, Q11
VTAN.16         Q8, Q10
VTAN.16         Q9, Q11
VLD1.32         {D24-D25}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D26-D27}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D28-D29}, [R5], colIn_rowOut
VLD1.32         {D30-D31}, [R5], colIn_rowOut
VTAN.8          Q12, Q13
VTAN.8          Q14, Q15
VTAN.16         Q12, Q14
VTAN.16         Q13, Q15
VTAN.32         Q0, Q4
VTAN.32         Q8, Q12
USWP            D16, D1
USWP            D9, D24
VTAN.32         Q1, Q5
VTAN.32         Q9, Q13
USWP            D18, D3
USWP            D11, D26
VTAN.32         Q2, Q6
VTAN.32         Q10, Q14
USWP            D20, D5
USWP            D13, D28
VTAN.32         Q3, Q7
VTAN.32         Q11, Q15
USWP            D22, D7
USWP            D15, D30
VST1.32         {D0-D1}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D2-D3}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D4-D5}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D6-D7}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D8-D9}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D10-D11}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D12-D13}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D14-D15}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D16-D17}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D18-D19}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D20-D21}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D22-D23}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D24-D25}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D26-D27}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D28-D29}, [R0], rowIn_colOut
VST1.32         {D30-D31}, [R0], rowIn_colOut
CMP             j, R4
BCC.W           loc_13064

```

Рис. 1. Транспонування зображення за допомогою NEON

Наданий алгоритм транспонування (рис. 1), є частиною більш складного алгоритму зміни розміру зображення. Алгоритм є якісним в цілому, але мають місце проблеми, пов'язані з використанням статичної пам'яті: це є небезпечним для багатонитевих програмних продуктів (але не проблемою програмного плану), а наслідком того, що архітектури ARMv7-A та ARMv7-R не мають NEON-розширення у кожному ядрі, на противагу ARMv8 [5].

Висновок:

Наданий приклад підвищення швидкодії програмного забезпечення, за допомогою SIMD - NEON доводить те, що велика кількість задач може бути оптимізована подібним чином. Також нова мова асемблера сімейства ARMv8 надає можливість дослідження швидкодії впроваджених алгоритмів з SIMD технологією (що являє собою впровадження/продовження/прогрес NEON-у). Надалі буде досліджено швидкодія оператора згортки на процесорі сімейства ARMv8, за допомогою одноплатного ПК Raspberry PI 3.

Список літератури

1. Артур Гриффитс. GCC. Настольная книга пользователей, программистов и системных администраторов / Артур Гриффитс; [пер. з англійської на рос. ООО «ТИД «ДС» 2004]. — К.: ТИД, 2004. — 624 с.
2. ARM® Cortex®-A15 MPCore™ Processor: (технічний довідник з архітектури процесорів серії Cortex-A15 фірми ARM) [Електронний документ]: 2011—2013. — С 392. — Режим доступу: http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0438i/DDI0438I_cortex_a15_r4p0_trm.pdf. — Назва з екрану.,
3. Приставка П.О., Шевченко А.К. Дослідження реалізації лінійного оператора згортки цифрового зображення при 16—бітних обчисленнях / Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : Зб. наук. праць. — Дніпро, 2016. — Т.20. —С.78—90.
4. M.J. Flynn. Very high speed computers / Michael J Flynn. // Proceedings of the IEEE: [Vol: 54, Issue: 12], 1966. — p. 1901 — 1909.
5. ARM® Cortex®—A53 MPCore Processor: (технічний довідник з архітектури процесорів серії Cortex-A53 фірми ARM) [Електронний документ]: 2013—2014. — С 620. — Режим доступу: http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0500g/DDI0500G_cortex_a53_trm.pdf. — Назва з екрану.

Оптимізація способу перебору локальних областей алгоритму пошуку підозрілих об'єктів на відео на основі аналізу гістограм

Розглянуто спосіб підвищення швидкості роботи алгоритму пошуку підозрілих об'єктів на відео, оснований на аналізі гістограм, шляхом оптимізації способу перебору локальних областей із наведенням відповідних кількісних характеристик.

Вступ. У багатьох сферах застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) виникає задача автоматизації обробки відео з камери. Значна кількість таких задач може бути зведена до задачі автоматичного пошуку об'єктів. Але є задачі, де подібне зведення ускладнено тими чи іншими особливостями практичного характеру. В таких випадках має сенс виконувати пошук всіх областей відео, підозрілих з точки зору конкретної предметної області [1]. Дана проблема розглядається зокрема в публікації [2], де наведено метод розпізнавання чужорідного об'єкта на відео в режимі реального часу при використанні еталонних для поточного відео текстур та постановку задачі пошуку підозрілих областей на відео; і в публікації [1], в якій наведено спрощений алгоритм пошуку підозрілих областей на відео, оснований на аналізі одновимірних гістограм яскравостей локальних областей, виконано практичну апробацію на відео з камери БПЛА, наведено кількісні характеристики якості роботи алгоритму та рекомендації щодо його застосування.

Постановка задачі. Алгоритм пошуку підозрілих об'єктів з [1] є в цілому адекватним по якості. Швидкість роботи (до 10 кадрів/сек) може бути достатньою для деяких практичних задач, але не є прийнятною. З іншої сторони, реалізація наведеного алгоритму неоптимальна, тобто існує можливість підвищення швидкості його роботи декількома способами. *Мета даної роботи* – дослідити можливість підвищення швидкості роботи алгоритму з [1] шляхом оптимізації метода вибору локальних областей.

Приклад частини кадру відео з камери БПЛА наведено на рис. 1 (відео взято з [3]). Підозрілим об'єктом на рис. 1 є танк. Потенційно як підозрілий об'єкт може бути розпізнано будівлю.

Алгоритм пошуку підозрілих областей на відео такий:

1. Обрати спосіб перебору локальних областей (ковзне вікно, евристичний метод тощо).
2. Для кожної локальної області: отримати одновимірну гістограму яскравостей. Обчислити її середньоквадратичне відхилення σ .
3. Якщо $\sigma \leq \sigma_1^{(пори́з)}$ (де $\sigma_1^{(пори́з)}$ – деяке порогове значення, обчислене деяким способом), то додати статистичні характеристики гістограми до списку відомих текстур.
4. Якщо $\sigma > \sigma_1^{(пори́з)}$, то:

5. Знайти моди гістограми (застосувати швидкий метод розділення суміші розподілів – наприклад, метод, використаний у практичній реалізації [1]).
6. Якщо гістограма є одномодальною або відстань між модами, знайденими в п. 5, незначна, то відповідна локальна область вважається підозрілою.
7. Якщо відстань між модами значна, то перевірити кожну з мод на предмет того, чи є вона відомою текстурою (із використанням списку відомих текстур; див. п. 3). Якщо кожна з мод є відомою текстурою, то гістограма вважається сумішшю текстур. Якщо хоча б одна з мод не є відомою текстурою, то відповідна локальна область вважається підозрілою.



Рис. 1 Приклад частини кадру відео з камери БПЛА: танк, дорога, трава, дерева, будівлі

Основна частина (ядро) алгоритму застосовується до кожної локальної області. Аналітично очевидно, що чим менша їх кількість буде розглядатись, тим вищою буде швидкість роботи алгоритму в цілому. Отже, вирішення задачі підвищення його швидкості має сенс розпочати з **оптимізації способу вибору локальних областей**.

Перш за все необхідно відмітити, що у повній обробці кожного кадру немає необхідності: характер відео з камери БПЛА такий, що сусідні кадри відрізняються незначно, тому статистичні характеристики відповідних локальних областей на сусідніх кадрах будуть статистично еквівалентними. Отже, коректним способом перебору локальних областей є перебір областей, що в сукупності розглядають лише частину кожного кадру, за умови, що такий спосіб дозволяє розглянути всю отриману з камери БПЛА інформацію за практично прийнятний час.

Два можливих способи перебору, що задовольняють вказаним вище умовам, наведено на рис. 2 та рис. 3.

Спосіб з рис. 2 (рамка у формі букви «П») є доцільним у випадку польоту БПЛА зі значною швидкістю. Спосіб з рис. 3 (ковзна вертикаль) фактично є евристичним, але ефективним на практиці.

Практична апробація. Запропоновані способи перебору локальних областей перевірені на тестових відео – записах з камери БПЛА. Розмірність відео 1920x1080 пікселів. Апаратні платформи для тестування: 1) персональний комп'ютер із процесором сімейства Intel Core i7; 2) одноплатний комп'ютер із процесором сімейства ARM Cortex A53. Результати апробації – середні швидкості роботи кожного зі способів у кадрах/сек (fps) – наведено в Табл. 1.

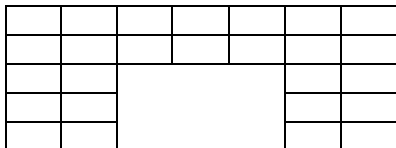


Рис. 2 Приклад можливого способу перебору локальних областей

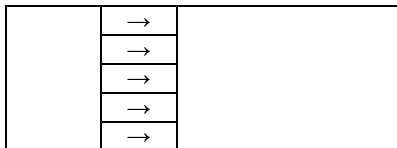


Рис. 3 Приклад можливого способу перебору локальних областей

Таблиця 1

Результати апробації способів вибору локальних областей

	Intel Core i7	ARM Cortex A53
Перебір всіх областей	2,99 fps	0,18 fps
Спосіб з рис. 2	8,75 fps	0,72 fps
Спосіб з рис. 3	21,78 fps	4,31 fps

Висновки. Оптимізація способу вибору локальних областей дає значний приріст швидкості роботи алгоритму: до 7,2 разів на платформі з Intel Core i7 та до 23,9 разів на платформі з ARM Cortex A53.

Список літератури

1. Чирков А.В. Пошук підозрілих об'єктів на відео з камери безпілотного літального апарата на основі аналізу гістограм / А. В. Чирков // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем: збірник наукових праць. – 2016. – №13. – С. 126–135.
2. Philip Prystavka The Mathematical Foundations of Foreign Object Recognition in the Video from Unmanned Aircraft / Philip Prystavka, Anastasia Rogatyuk // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – №3(64). – P. 133–139.
3. Юрий Касьянов – YouTube [електронний ресурс] // https://www.youtube.com/channel/UCTG6kc99C4U6GNEx7h_apwA/videos

*И.А. Юрчук к. ф.-м. н., А.Г. Пискунов к. ф.-м. н., Л.В. Белянская
(Национальный авиационный университет, Украина)*

Об одной реализации алгоритма центрального проецирования прямоугольника на плоскость

*Разработано программное обеспечение для вычисления области видимости
камеры БПЛА и проецирования снимков на плоскость в декартовой системе
координат на высокоуровневом языке программирования C#.*

Развитие и доступность технических средств для аэро- и космосьемок, равно как создание новых алгоритмов обработки фото- и видеоматериалов обусловили увеличение количества областей человеческой деятельности в которых требуется их применение. В частности, упомянутые технологии требуются для следующего:

- 1) актуализации карт (см. открытые картографические сервисы, например, [1]);
- 2) наблюдения урожайности сельскохозяйственных полей [2];
- 3) аэрофотосъемки трубопроводов [3];
- 4) мониторинга состояния терриконов [4];
- 5) создания фотопланов местности [5], [6];

Во всех этих случаях требуется привязка фотографии БПЛА к карте местности.

В связи с нестабильным положением БПЛА в пространстве по естественным причинам угол отклонения оптической оси фотоаппарата от вертикали может достигать существенных величин (до 15 градусов). В результате этого аэроснимок будет содержать значительные искажения.

Устранение этих искажений осуществляется в процессе их компьютерной фотограмметрической обработки, и в частности – фотографического или цифрового преобразования, называемого трансформированием. В связи с этим использование аэроснимков без их предварительного трансформирования для картографического (топографического) обеспечения выполняемых работ, в том числе в качестве основы ГИС (географическая информационная система) [7], ограничивается влиянием указанных искажений.

В результате полета БПЛА формируются набор фотографий и данные телеметрии, которые включают в себя координаты фокуса объектива (необходимо, они давались в декартовой системе координат, например, Система координат 42 (СК-42)), а также углы крена, тангажа и курса.

В данном докладе обсуждается программное обеспечение для существенно переработанного алгоритма определения области видимости камеры БПЛА [8]. В предлагаемом ранее алгоритме для позиционирования снимков в пространстве использовались матрицы поворота в трехмерном пространстве [9]. Одно из главных отличий предлагаемого алгоритма заключается в том, что матрицы поворота в трехмерном пространстве

используются только для выполнения тангажа и крена БПЛА. После чего выполняется центральное проецирование кадра на плоскость. Оставшийся поворот полученного четырехугольника на плоскости на угол курса БПЛА выполняется в двумерном декартовом пространстве после упомянутого проецирования.

Данные для утилиты представляют из себя текстовый CSV файл (Comma-Separated Values (значения, разделённые запятыми) - текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных), каждая строка которого должна иметь в себе следующее:

- 1) название файла, содержащего фотографию;
- 2) значение координаты Y' в метрах;
- 3) значение координаты X' в метрах;
- 4) значение H – высоты, на которой находится БПЛА относительно плоскости в метрах;
- 5) значение угла yaw (курс) в градусах;
- 6) значение угла pitch (тангаж) в градусах;
- 7) значение угла roll (крен) в градусах.

Пустые строки или же текст после символа «#» пропускаются.

Утилита построчно считывает текстовый файл. Для каждой строки высчитывается спроектированный на плоскость неправильный четырёхугольник, в который отображается текущая фотография. Углы четырёхугольников в используемой на входе системе координат выводятся в стандартный вывод, при этом в файловой системе сохраняются измененные фотографии.

Считается, что прямоугольник (матрица фото- или видекамеры) полностью располагается над плоскостью проектирования A (рис.1) и, для определенности, не является квадратом.

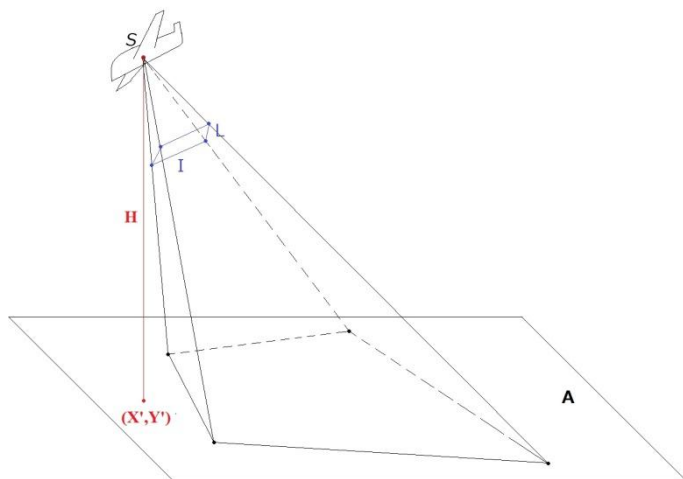


Рис. 1 Пример проектирования при ненулевых значениях углов.

Центр проектирования S [10] принадлежит нормали к прямоугольнику, которая пересекает его в центральной точке, при этом центр проектирования размещается "выше" прямоугольника или прямоугольник размещается между центром проектирования и плоскостью проектирования. Одну из коротких сторон прямоугольника обозначим через I (вертикальная сторона), одну из длинных – через L (горизонтальная сторона) (рис. 1). Кроме того, в пространстве находится декартова прямоугольная система координат, при этом координаты X' и Y' принадлежат плоскости проектирования. Размещение прямоугольника в пространстве определяется углом между осью X плоскости и проекцией отрезка I на эту плоскость, который является углом курса, углом между I и плоскостью – углом тангажа, углом между L и плоскостью – углом крена.

Программный продукт разрабатывался на языке $C\#$ как прототип компонента будущей системы для одноплатного компьютера, устанавливаемого непосредственно на БПЛА. Результаты работы представлены на рисунках (рис. 2, рис. 3).

```
[01.04.2017 01:17:50]: [Info]                mkCmrVw: ground corners : visibility area coors:
5597744.730N 6285314.636E 0.000A
5597762.345N 6285297.460E 0.000A
5596435.068N 6287352.050E 0.000A
5596398.227N 6286330.213E 0.000A
[01.04.2017 01:17:59]: [Info]                mkCmrVw: ground corners : visibility area coors:
5597729.983N 6285975.452E 0.000A
5597707.573N 6286973.327E 0.000A
5596410.571N 6287022.500E 0.000A
5596329.248N 6285992.596E 0.000A
```

Рис. 2 Углы области видимости

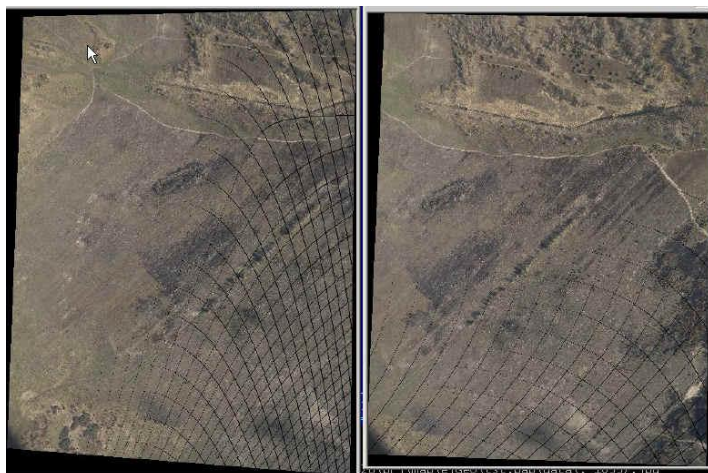


Рис. 3 Снимки, спроецированные на плоскость

Список литературы

1. Картографический сервис Google Maps. Руководство пользователя. Режим доступа: <http://www.openclass.ru/dig-resource/14467>.
2. Курочкин В.М. Оцінка врожайності на основі аерофотозйомок. Тези XV міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів «ПОЛІТ. Сучасні проблеми науки. Інформаційно-діагностичні системи». – Київ: НАУ – 2015 – 143 с.
3. Аэрофотосъемка трубопроводов. Режим доступа: <http://geotop.com.ua/aerofotosemka-truboprovodov.php>.
4. Сергеева Е.Л. Автоматизированный анализ состояния терриконов по данным дистанционного зондирования Земли на основе ГИС. – Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – No41 – С. 103- 112.
5. Нечаусов А.С., Замирец О.О. Методика создания мозаики изображений на основе данных беспилотного летательного аппарата. Системы обработки информации. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба – 2015. – № 8(133). – С.51-56.
6. Аэрофотосъемка с БПЛА – ортофотоплан. Режим доступа: <http://unmanned.ru/service/aerophoto.htm>.
7. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы. — Москва: Кудиц-пресс, 2009. – 272 с.
8. Бурый П. А. Автоматизація визначення області бачення камери безпілотного літального апарату при аерофотозйомці. Тези XVI міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів «ПОЛІТ. Сучасні проблеми науки. Інформаційно-діагностичні системи». – К., 2016. – с. 262
9. Матрица поворота. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Матрица_поворота
10. Бочков А.Л., Голдобіна Л.О. Нарисна геометрія. Режим доступа: <http://cadinstructor.org/ng/lectures/1-metody-proecirovaniya/>.

Є.О. Зайцев, к.т.н., с.н.с., А.С. Левицький, д.т.н., с.н.с., Л.І. Баляцук
(Інститут електродинаміки НАНУ, Україна)

Гібридні волоконно-оптичні вимірювачі фізичних параметрів літальних апаратів

Проведено аналіз вимог до вимірювачів фізичних параметрів літальних апаратів (ЛА). Пропонується застосування гібридних волоконно-оптичних вимірювальних перетворювачів (ГВОВП) фізичних параметрів ЛА для побудови інформаційно-вимірювальних систем авіоники. Показано, що ГВОВП містять волоконно-оптичний світловод як середовище передачі вимірювальної інформації і традиційні чутливі елементи. Запропоновано використовувати для ГВОВП смісні сенсори, які забезпечують високі метрологічні характеристики та завадостійкість.

Поряд з приладами безпосередньої видачі інформації екіпажу (показники швидкості, висоти, тиску палива, масла і т.д.) на борту ЛА використовується гамма вимірювальних перетворювачів (сенсорів) для отримання оперативної та достовірної інформації про процеси, що відбуваються на борту ЛА. Одним із шляхів отримання вимірювальної інформації є використання бортових цифрових вимірювальних пристроїв тих чи інших параметрів у вигляді єдиних блоків, кожен з яких поєднує в собі всі функціональні ланки від вимірювального перетворювача з відповідним чутливим елементом до уніфікованих вихідних шин, через які цифровий код, відповідний вимірюваній величині, передається для подальшого використання – так званих "датчиків з цифровим виходом" (ДЦВ). Отриману с сенсорів інформацію використовують як вихідні дані для інформаційно-вимірювальних систем, або в системах автоматичного керування та системах реєстрації параметрів режиму польоту.

Збільшення точності вимірювання та кількості фізичних величин, які потрібно контролювати на борту ЛА, розвитком і вдосконаленням об'єктів контролю (наприклад, силових установок), зростанням динамічних характеристик ЛА, підвищенням вимог безпеки, тощо вимагають розробки нових та вдосконалення вже існуючих ДЦВ, які б задовольняли вимогам до бортових ДЦВ. До таких вимог можна віднести наступні: мале споживання енергії первинним вимірювальними перетворювачами; незначну масу і габарити; великий термін служби; єдину градувальну характеристику; можливість перевірки працездатності без демонтажу з ЛА; незначну або повністю відсутню чутливість до дії потужних джерел електричних і магнітних завад. Вельми серйозною є вимога повної уніфікації сенсорів, тобто можливості побудови ДЦВ багатьох неелектричних величин на різні діапазони зміни вхідних параметрів на основі єдиного принципу дії і бажано конструкції, що дозволить різко спростити і здешевити створення, виготовлення, налагодження, перевірку та експлуатацію датчиків.

Жорсткі вимоги до завадостійкості сенсорів та ліній зв'язку вимагають

застосування нових методів та засобів при проектуванні і виготовленні. Цим вимогам в значній мірі відповідають волоконно-оптичні вимірювачі, які використовують в якості вимірювального перетворювача оптичне волокно. Але їм притаманна низка недоліків, які стримують їх широке застосування. В першу чергу, це невисокий рівень стандартизації і уніфікації чутливих елементів (первинних вимірювальних перетворювачів). Для їх створення застосовуються спеціалізовані оптичні елементи і волокна, технологія виготовлення яких ще недостатньо освоєна. Крім того, забезпечення заданих метрологічних характеристик вимагає складної процедури калібрування, індивідуальної для кожного екземпляра первинного перетворювача. Як результат – їх відносно висока вартість, що значно обмежує широке застосування.

З іншого боку, переважна більшість первинних перетворювачів фізичних величин, які випускається масово сучасною приладобудівною та електронною промисловістю, забезпечують метрологічні характеристики, що відповідають жорстким вимогам до вимірювальних перетворювачів фізичних величин ЛА. З огляду на те, що основні переваги волоконно-оптичних вимірювальних систем, а саме завадостійкість і гальванічна розв'язка, забезпечуються оптоволоконним трактом передачі сигналу, тому перспективним є підхід, який поєднує переваги оптичного волокна і традиційних первинних вимірювальних перетворювачів неелектричних фізичних величин (лінійне та кутове переміщення, тиск, вібрація тощо).

Застосування оптоволоконного тракту в структурі вимірювальних перетворювачів для ЛА дозволяє досягти:

1) *високого рівня захищеності* від впливу зовнішніх електромагнітних полів і міжканальних наведень;

2) *зменшення габаритів і маси* в порівнянні з використанням ліній провідного зв'язку в 3-5 разів;

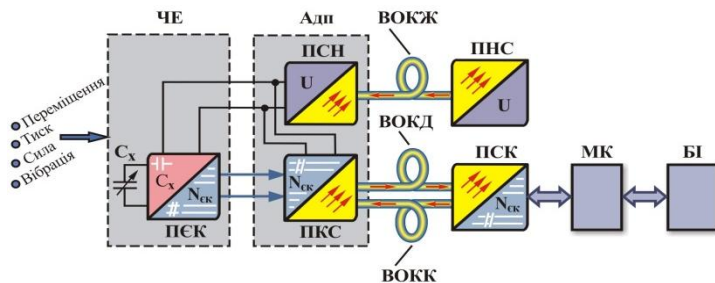
3) *високою вибухобезпекою волоконно-оптичного тракту в середовищі з температурою самозаймання 450 – 600 °С* (суміш водню, метану, пропану і подібних газів з повітрям), яка забезпечується за умови, що рівень оптичної потужності, що передається, не перевищує 0,5d мВт, де d – діаметр серцевини (мкм) оптичного волокна[1].

4) *підвищення достовірності контролю* завдяки отриманню інформації про стан окремих вузлів у вигляді кодованих світлових сигналів;

Інформаційно-вимірювальні системи (вимірювачі), що поєднують переваги традиційних сенсорів та оптичного волокна називаються гібридними [1]. У них оптичне волокно є середовищем передачі вимірювальної інформації, а як первинний вимірювальний перетворювач використовуються традиційні сенсори. На наш погляд, найбільш перспективними для побудови ІВС є гібридні вимірювачі з ємнісним первинним перетворювачем, електроживлення якого здійснюється через оптичне волокно. В якості первинних перетворювачів доцільно використовувати спеціалізовані ємнісні сенсори, які дозволяють отримати принципово лінійні передавальні характеристики. Вони мають високу точність, роздільну здатність, стабільність та завадостійкість. Досягнення таких характеристик стало можливим через успіхи в області побудови точних

вимірювальних перетворювачів, які можуть використовуватися для вимірювання малих інформативних ємностей на фоні великих неінформативних паразитних ємностей [2, 3].

Структурна схема гібридної волоконно-оптичної ІВС неелектричних фізичних величин наведена на рис.



Рисунок

Принцип дії ІВС наступний. Зі зміною вимірювального параметра (переміщення, тиск, сила, вібрація тощо) змінюється електрична ємність сенсора C_x , живлення якого здійснюється від перетворювача напруга-світло (ПНС) через волоконно-оптичний кабель живлення (ВОКЖ) та перетворювач світло-напруга (ПСН). Ємність сенсора C_x вимірюється перетворювачем ємність-код (ПЕК), далі отримані дані через перетворювач код-світло (ПКС), волоконно-оптичний кабель даних (ВОКД), перетворювач світло-код (ПСК) надходять в мікро контролер (МК) з подальшою індикацією в блоці БІ. Сенсор C_x та ПЕК конструктивно утворюють чутливий елемент (ЧЕ), а ПСН і ПКС розміщені в окремому адаптері (Адп). Керування процесом вимірювання здійснюється через ПСК та волоконно-оптичний кабель ВОКК.

Висновок: Таким чином використання гібридних волоконно-оптичних сенсорів в системах авіоніки ЛА дозволяє отримати інформаційно-вимірювальні системи, що мають метрологічні характеристики, які відповідають жорстким вимогам до вимірювальних перетворювачів фізичних величин ЛА.

Список літератури

- 1 Задворнов С.А. Исследование методов построения гибридных волоконно-оптических измерительных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики». – М., 2009. – 23 с.
- 2 Левицкий А.С., Сурду М.Н. Прецизионный емкостный барометрический датчик // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2004. – №1. – С. 68–74.
- 3 Неболюбов Е.Ю., Новик А.И. Электронные преобразователи для работы с емкостными датчиками (аналоговые и цифровые) // Технічна електродинаміка. – 2015. – № 3. – С. 67–74.

В.М. Краснощок, к.т.н., доцент каф. (КНТЕУ, Україна)
Я.І. Шестак, директор (ГЦІТ КНТЕУ, Україна)

Інформаційні системи і технології захисту авіап перевезень

Анотація: Проблема безпеки перевезень носить глобальний характер і досить гостро постає у сучасному інформаційному суспільстві. У цій статті здійснено пошук та проведено аналіз інформаційних систем аеронавігаційного обслуговування та технічних засобів захисту цивільної авіації. Показана необхідність взаємодії служб аерофлоту та державних служб, дія яких направлена на захист громадян України та гостей нашої держави.

Повітряний транспорт є найбільш швидким видом транспорту. До того ж він з'єднує найвіддаленіші куточки земної кулі. В наш швидкоплинний час саме через швидкість та зручність використання повітряного транспорту набуває особливого значення.

Галузь авіап перевезень завжди була дуже високотехнологічною і тому розвивається з урахуванням загальносвітових тенденцій і вимог. Складність авіап перевезень багаторазово посилюється високою відповідальністю перед авіапасажирами. При зростаючому пасажирському потоці найменший збій в обробці і передачі інформації може спричинити великі катастрофічні наслідки. Тому дана галузь завжди висувала дуже високі вимоги до ІТ-інфраструктури всіх учасників процесу: перевізників, аеропортів, постачальників транспортних засобів та ін. Разом з тим, дана галузь бере участь в глобальних економічних процесах і втягується в загальносвітові тренди (в тому числі інформатизації).

Для забезпечення безпечного авіазв'язку як в усьому світі так і в Україні задіяні з одного боку досвідчені та технічно підготовлені кадри, з іншого боку – новітні технічні розробки та програмні засоби. Практика показує, що мало з комфортом перевести пасажирів. Питання безпеки постає як до так і після польоту. Недавні події в Франції під час чемпіонату Європи по футболу показали, що аерофлот справився без зауважень, всі вболівальники вчасно прибували на матчі, але частина вболівальників (які прибули з Росії) проявила себе не як вболівальники, а як справжні бандити, дії яких привели до людських жертв. Зрозуміло, що це не проблема авіації. Але оскільки більшість людей на футбольний чемпіонат добиралася повітряним транспортом, то своєчасна взаємодія служб аерофлоту та відповідних державних служб (дія яких направлена на захист громадян України та гостей нашої держави) могла б запобігти людським жертвам. Для плідної співпраці служб аерофлоту та державних служб варто надавати співробітникам аерофлоту доступ до відповідних баз даних і вести спостереження (силами державних служб) за підозрілими людьми, або взагалі не пускати на територію країни.

На сьогоднішній день в Україні можна виділити наступні інформаційні систем аеронавігаційного обслуговування:

- 1) Системи авіаційного електрозв'язку (Communication Systems):

системи авіаційного повітряного електрозв'язку, а саме наземні засоби радіозв'язку «повітря – земля», в тому числі обладнання для передачі даних Controller – Pilot Data Link Communications (CPDLC) та Aircraft Communications Addressing and Reporting System (ACARS); системи та мережі авіаційного наземного електрозв'язку, а саме засоби проводового (оперативного і телефонного) та радіозв'язку «земля – земля», системи комутації голосового зв'язку, засоби радіорелейного зв'язку, мережа авіаційного фіксованого електрозв'язку (Aeronautical Fixed Telecommunication Network, AFTN), системи обміну повідомленнями обслуговування повітряного руху (Air Traffic Service Message Handling System, AMHS), мережі обміну даними; засоби авіаційного радіомовлення, а саме обладнання ДВЧ - радіомовних передач типів VOLMET, ATIS; системи авіаційного супутникового зв'язку; магістральні телекомунікаційні мережі.

2) Радіонавігаційні засоби забезпечення польотів (Navigation Systems): ненаправлені радіомаяки (Non-Directional Beacons, NDB); всенаправлені радіомаяки (Very High Frequency Omni - Directional Range, VOR); далекомірні радіомаяки (Distance Measuring Equipment, DME); радіомаячні системи посадки (Instrument Landing Systems, ILS).

3) Системи спостереження (Surveillance Systems): первинні оглядові радіолокатори (Primary Surveillance Radars, PSR); вторинні оглядові радіолокатори (Secondary Surveillance Radars, SSR); моноімпульсні вторинні оглядові радіолокатори (Monopulse Secondary Surveillance Radars, MSSR); радіолокаційні комплекси у складі первинних та вторинних радіолокаторів (Radar Sites , PSR + SSR); радіолокатори огляду льотного поля (Surface Movement Radars, SMR); метеорологічні радіолокатори (Weather Radars); мультілатераційні системи (Multilateration Systems, MLAT); наземні станції систем автоматичного залежного спостереження (Automatic Dependent Surveillance, ADS); автоматичні радіопеленгатори (Direction Finders, DF).

4) Системи обробки даних (Data Processing Systems): автоматизовані системи управління повітряним рухом (АС УПР) – системи, які складаються з апаратно - програмних засобів автоматизації процесів управління повітряним рухом і забезпечують оцінку та прогноз повітряного руху, підтримку прийняття рішень диспетчерами органів обслуговування повітряного руху та контроль їх реалізації; автоматизовані системи планування використання повітряного простору – системи, які складаються з апаратно-програмних засобів автоматизації процесів планування та координації використання повітряного простору; централізовані системи обробки та розповсюдження даних спостереження Європейської організації з безпеки аеронавігації EUROCONTROL (European Organisation for the Safety of Air Navigation), а саме ATM surveillance Tracker And Server (ARTAS), Surveillance Data Distribution System (SDDS); системи обробки та передачі польотних даних, наприклад, EUROCONTROL Integrated Initial Flight Plan Processing System (IFPS); системи обробки та передачі аеронавігаційної інформації.

5) Системи метеорологічного забезпечення: система централізованого метеозабезпечення аеронавігації Украероруху; комплексні радіотехнічні аеродромні метеорологічні станції (КРАМС); супутникова система

розповсюдження інформації для аеронавігації (Satellite Distribution System for Information Relating to Air Navigation, SADIS).

Гармонічне використання інформаційних систем дозволяє: підвищити безпеку та надійність рішень, які будуть прийматися, пришвидшити обмін інформацією, підвищити надійності та відмовостійкості системи публікації інформаційних матеріалів, забезпечити можливість доступу до ергономічного середовища підготовки і публікації матеріалів для фахівців різних служб авіакомпанії.

В Україні постійно відбувається контроль за станом технічних засобів цивільної авіації від актів незаконного втручання. Так відповідно до вимог п.10 статті 87 Повітряного Кодексу України сертифікацію пройшли і отримали сертифікат відповідності наступні технічні засоби.

Табл. 1. Перелік технічних засобів захисту цивільної авіації від актів незаконного втручання, які пройшли сертифікацію відповідно до вимог п.10 статті 87 Повітряного Кодексу України і отримали сертифікат відповідності

П/н	Назва власника сертифіката (виробника)	Сертифікат (номер, дата)	Технічні засоби захисту ЦА від АНВ
1	Фірма «L3 Communication Securite& Detection Systems» (США)	Сертифікат відповідності № 040 від 21.11.16 (термін дії до 21.11.18)	Рентгенотелевізійні інтроскопи: PX моделей 5.3, 6.4, 208, 231, 107, 160P, 10.10-MV, 15.17-MV, 18.18-MV, томографи eXaminer 3DX, eXaminer 3DX-ES, eXaminer SX, eXaminer XLB, автоматизовані рентгенівські системи MVT-HR, VIS-HR, рентгенівська система для догляду ручної поклажі з алгоритмом виявлення вибухонебезпечних рідин ACX 6.4-MV, системи сканування осіб ProVision, ProVision2, ProVision ATD
2	Фірма «Rapiscan» (Великобританія)	Сертифікат відповідності № 42 від 16.03.17 (термін дії до 16.03.19)	Рентгенотелевізійні інтроскопи: 515, 618XR, 620XR, 620DVAT, 622XR, 624XR, 626XR, 627XR, 627DV, 628XR, 628DV, 632XR, 632DV, 638XR, 638DV, MVXR5000, MobileVersion 636XR Van/Trailer; рентгенівські томографи: RTT 80, RTT 110; сканери контролю на безпечу фізичних осіб: Secur 1000 DP та Secur 1000 SP (за умов наявності позитивного висновку Державної санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України щодо відповідності встановленим медичним критеріям безпеки)

			иУкраїни); стаціонарні металодетектори аранчного типу Metor: 6M, 6S, 6WP, 300P, 300, 300 EMD; метало детектор ручний Metor 28
3	Фірма «CEIA» (Італія)	Сертифікат відповідності № 039 від 16.09.16 (термін дії до 16.09.18)	Стаціонарні металодетектори HI-PE, PMD2PLUS, PMD3PLUS, SMD600 та ручні металодетектори PD 140, PD 240
4	ТОВ «Кордон АвіаСервіс»(Україна)	Свідоцтво відповідності № 025 від 14.05.14 (термін дії до 14.05.17)	Сигналізаційний комплекс КС-200
5	Фірма «Morpho Detection Inc.» (США)	Сертифікат відповідності №37від19.07.16 (термін дії до 19.07.18)	Детектори-аналізатори вибухових і наркотичних речовин: EntryScan 4, Itemiser 3 Enhanced, Itemiser DX, MobileTrace, Hardened MobileTrace, Hardened MobileTrace Explosives, MobileTrace Narcotics
6	ТОВ«ЛОТ» (Україна)	Свідоцтво відповідності №26 від 29.05.14 (термін дії до 29.05.17)	Комплект обладнання і програмного забезпечення для модернізації стаціонарних металодетекторів аранчного типу (блок підрахунку кількості пасажирів і кількості тривоги та датчики променевого контролю)
7	Фірма «Implant Sciences Cor.» (США)	Сертифікат відповідності № 31 від 25.07.15 (термін дії до 25.07.17)	Детектор слідів вибухових і наркотичних речовин Quantum Sniffer QS-B220
8	ТОВ «Елби» (Україна)	Сертифікат відповідності № 36 від 06.05.16 (термін дії до 06.05.18)	Апаратно-програмний інтегрований комплекс безпеки «T-RexSkySecurity»

9	ТОВ «П'єзосенсор» (Україна)	Сертифікат відповідності № 041 від 13.12.16 (термін дії до 13.12.18)	Стационарний металодетектор АМД-082
10	ТОВ «Пліт» (Україна)	Сертифікат відповідності № 32 від 02.07.15 (термін дії до 02.07.17)	Панельне сітчасте огороження типу «ПСО»
11	Фірма «Nuctech company Limited» (Китай)	Сертифікат відповідності № 33 від 25.08.15 (термін дії до 25.08.17)	Тривимірний томограф для автоматичного виявлення вибухових та наркотичних речовин ХТ2080AD
12	Фірма «InwardDetection» (Чехія)	Сертифікат відп овідності № 34 від 28.08.15 (термін дії до 28.08.17)	Детектор слідів та парів вибухових речовин M-ION
13	Фірма «Елби» (Україна)	Сертифікат відповідності № 35 від 25.12.15 (термін дії до 25.12.17)	Сітчасте огороження типу «К» з проти підкопними сітчастими панелями та системою контрольно-вібраційної сигналізації «T-Rex»
14	Фірма «SmithsHeiman nGmbH» (Німеччина)	Сертифікат відп № 038 від 29.08 (термін дії до 29	рентгенотелевізійні інтроскопи модельного ряду HI-SCAN: 5030si, 6040 (C, i, 2-is, aX, aTiX), 6046si, 7555 (i, si, aX, aTiX), 5180si, 9075, 100100 (V, T, V- 2is, T-2is), 130100 (T, T-2is), 130130 (T, T-2is), 145180 (2-is), 180180 (300kV), мобільні рентгенівські установки SCANTRAILER (9075-OT, 8585SA, 13000), ScanVan 8585, ScanMobile 130100, MSC 10, MSC 20, систему виявлення вибухових речовин HI-SCAN 10080 XCT, сканер для контролю осіб eqo – millimeterwavetechnology, детектори слідів вибухових речовин Ionscan 500 DT, Ionscan 600

Сьогодні Україна готується прийняти гостей Євробачення-2017. Ця подія є черговим викликом всім службам України. Оскільки більшість гостей свята з інших країн буде прибувати повітряним транспортом, то взаємодія всіх державних служб та аерофлоту, підготовка та реалізація своїх знань та вмінь персоналом, технічний стан всіх систем перевірки та захисту набувають особливого значення.

Висновки.

Таким чином, в роботі був проведений аналіз сьогоденного стану інформаційних систем аеронавігаційного обслуговування, технічних засобів захисту цивільної авіації та зроблені акценти на необхідність взаємодії аерофлоту та державних служб, дія яких направлена на захист громадян України та гостей нашої держави.

Список літератури

1. Технические средства и системы для обслуживания воздушного движения: учеб. пособ. / [Быковцев И.С., Демьянчук В.С., Клименко В.А. и др.] — К: Укрэзрорух, 2012. — 508 с.
2. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации: учеб. пособ. / [Ахмедов Р.М., Бибутов А.А., Васильев А.В. и др.]; под ред. С.Г. Пятко и А.С. Красова. — СПб.: Политехника, 2004. — 446 с.
3. <http://www.avia.gov.ua/> - Державна авіаційна служба України (Державіаслужба України). [Електронний ресурс]: офіційний сайт Державна авіаційна служба України.

*С.Г. Вірченко, аспірант
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І. Сікорського», Україна)*

Комп'ютерне динамічне формування поверхні крила літака

Подано методику застосування комп'ютерних інформаційних технологій для побудови динамічної геометричної моделі поверхні крила літака, окреслено перспективи її подальшого розвитку.

У наш час стрімкий розвиток комп'ютерних інформаційних технологій дозволяє на все більш високому рівні опрацьовувати різноманітні науково-технічні задачі. В авіаційній галузі це стосується не тільки виконання складних розрахунків аеродинаміки та міцності, автоматизованого конструювання, технологічного проектування, експлуатації тощо, а й інтеграції зазначених та інших стадій життєвого циклу промислової продукції. Наведений підхід дозволяє успішно вирішувати питання комплексної (багатокритеріальної) оптимізації технічних об'єктів [1-3].

У процесі комп'ютерного проектування промислових виробів геометричні моделі виконують особливу роль як щодо узагальнення, так і стосовно узгодження поміж собою суперечливих вимог різних дисциплін.

Так, зокрема, максимальну крейсерську швидкість польоту літака забезпечує тонкий аеродинамічний профіль крила, а зменшення злітної та посадкової швидкостей – потовщений профіль зі збільшеною угнутістю. За умов однакової міцності крила його тонкий поперечний переріз призводить до зростання ваги конструкції у порівнянні з потовщеним перерізом. Збільшення видовження крила зменшує аеродинамічний опір, проте одночасно суттєво погіршує міцність і т. д. Отже бачимо, що пошук оптимальної геометрії крила повинен здійснюватися на основі компромісу між наведеними та іншими дисциплінами й може бути реалізований шляхом комп'ютерного ітераційного варіантного моделювання.

Рис. 1 ілюструє визначене у прямокутній системі координат Ox_1x_2 стрілоподібне крило, геометричними параметрами якого є коренева b_0 та кінцева b_k хорди, розмах L і кут стрілоподібності χ . Похідними характеристиками при цьому постають площа $S=b_{cp}L$, де $b_{cp}=0,5(b_0+b_k)$ – середня хорда, видовження $\lambda=L/b_{cp}=L^2/S$, звуження $\eta=b_0/b_k$.

Геометричними параметрами аеродинамічного профілю (рис. 2) є хорда b , тобто відрізок прямої між двома найвіддаленішими точками профілю, який поділяє його на верхню та нижню частини, а також товщина c та угнутість f .

Середня лінія профілю визначається як

$$y_{cp} = 0,5(y_v + y_n), \quad (1)$$

його висота

$$h = y_v - y_n, \quad (2)$$

де y_v та y_n – відповідно ординати верхньої та нижньої частин профілю.

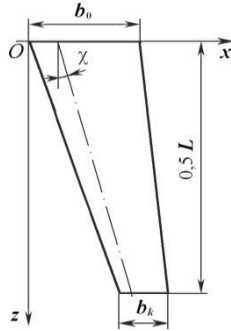


Рис. 1. Вид стрілоподібного крила у плані

Найбільший із відрізків (2) називається товщиною c профілю, а максимальна з відстаней, тобто довжин перпендикулярів, від точок середньої лінії (1) до хорди – угнутістю f профілю.

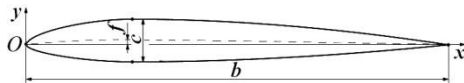


Рис. 2. Геометричні параметри аеродинамічного профілю

Розглянемо випадок, коли кореневий та кінцевий аеродинамічні профілі подаються як складені лінії з дуг кривих другого порядку вигляду

$$\mathbf{r}_{ij}(u) = \frac{(1-u)^2 \mathbf{r}_{0ij} + w_{1ij} 2u(1-u) \mathbf{r}_{1ij} + u^2 \mathbf{r}_{2ij}}{(1-u)^2 + w_{1ij} 2u(1-u) + u^2}, \quad (3)$$

де $i \in \{0, n\}$; $j \in \{1, 2\}$; $\mathbf{r}_{0ij} = (x_{0ij}, y_{0ij})$, $\mathbf{r}_{1ij} = (x_{1ij}, y_{1ij})$, $\mathbf{r}_{2ij} = (x_{2ij}, y_{2ij})$ – радіус-вектори вершин характеристичних трикутників у прямокутній системі координат Oxy ; $w_{1ij} \geq 0$ – вагові коефіцієнти вершин \mathbf{r}_{1ij} ; $u \in [0, 1]$ – параметр.

Під час комп'ютерного ітераційного варіантного моделювання крила потрібними динамічними модифікаціями його профілів може бути варіювання їх положення у просторі, змінювання розмірів та форми. Перші зазначені модифікації реалізуються такими перетвореннями як паралельне перенесення, поворот, симетрія тощо, другі – використанням пропорційного масштабування (подібності), а треті – застосуванням непропорційного масштабування (деформацій). Проаналізуємо останні на прикладі варіювання угнутістю та товщиною аеродинамічного профілю.

Щоб здійснити модифікацію профілю з коефіцієнтом угнутості

$$k_f = f' / f, \quad (4)$$

де f' – угнутість модифікованого профілю,
та коефіцієнтом товщини

$$k_c = c' / c, \quad (5)$$

де c' – товщина модифікованого профілю,

треба до вершин характеристичних трикутників (3) застосувати перетворення

$$\begin{aligned} y'_{n_j} &= y_{cp_j} k_f - 0,5 h_j k_c = 0,5(y_{\theta_j} (k_f - k_c) + y_{n_j} (k_f + k_c)), \\ y'_{\theta_j} &= y_{cp_j} k_f + 0,5 h_j k_c = 0,5(y_{\theta_j} (k_f + k_c) + y_{n_j} (k_f - k_c)), \end{aligned} \quad (6)$$

де y'_{θ_j} та y'_{n_j} – модифіковані ординати точок відповідно верхньої та нижньої частин аеродинамічного профілю.

Потрібна початкова угнутість f у випадку використання вихідного симетричного профілю реалізується множенням ординат точок верхньої та нижньої його частин відповідно на коефіцієнти

$$k_{\theta} = (f + 0,5c) / y_{e_{\max}}, \quad k_n = (f - 0,5c) / y_{n_{\min}}, \quad (7)$$

де $y_{e_{\max}}$ та $y_{n_{\min}}$ – максимальна та мінімальна ординати вихідного симетричного профілю.

Зображення рис. 3 ілюструють застосування формул (1) ... (7).

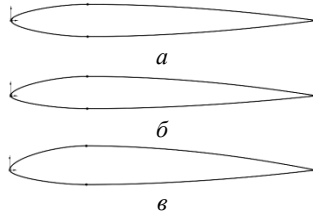


Рис. 3. Модифікації аеродинамічного профілю:

a – вихідний симетричний профіль (угнутість $f=0$, товщина $c=10$); $б$ – угнутість $f=1$, товщина $c=10$; $в$ – угнутість $f=1,5$ та товщина $c=12$ ($k_f=1,5$; $k_c=1,2$)

Згідно з викладеною методикою поверхню модельованого крила запишемо у вигляді

$$\mathbf{r}_{i,j}(u, v) = (1 - v)\mathbf{r}_i^0(u) + v\mathbf{r}_i^k(u), \quad (8)$$

де $i \in \{\theta, n\}$; $j \in \{1, 2\}$; $u \in [0, 1]$, $v \in [0, 1]$ – параметри.

Використання індексів i та j у формулі (8) аналогічне залежності (3), а верхніми індексами 0 та k позначено відповідно кореневий та кінцевий аеродинамічні профілі.

Паралельне перенесення кінцевого профілю \mathbf{r}^k вздовж осі z визначає розмах L крила, вздовж осі x – кут стрілоподібності χ , а вздовж осі y – кут поперечного V крила. Поворот цього профілю навколо деякої прямої, що паралельна осі z , надає несучій поверхні потрібний скрут.

Деякі приклади комп'ютерного динамічного варіантного формування проаналізованої поверхні крила показано на рис. 4. Це стосується варіювання не тільки форми та розмірів вихідних аеродинамічних профілів, а й їх положення у просторі, завдяки чому змінюються потрібним чином такі важливі параметри й характеристики несучої поверхні як її розмах L , середня хорда b_{cp} , площа S , видовження λ , звуження η і т. д.

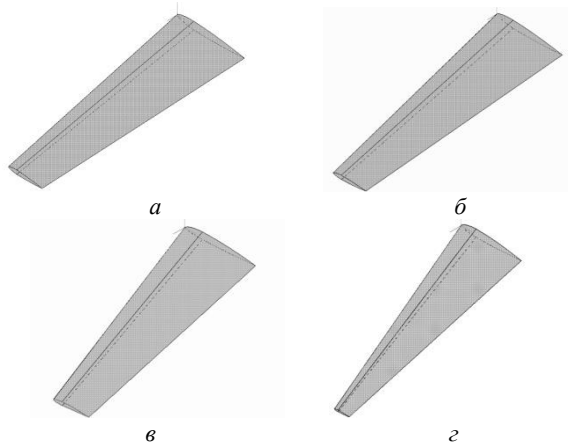


Рис. 4. Приклади комп'ютерного динамічного формоутворення поверхні крила літака:

а – симетричні профілі без скруту, кут V нульовий; *б* – симетричні профілі зі скрутом, кут V від'ємний; *в* – варіювання угнутістю профілів та стрілоподібністю крила; *г* – варіювання товщиною профілів та розмахом і звуженням крила

Висновки

У даній публікації подано теоретичні основи та практичну реалізацію запропонованої методики комп'ютерного динамічного геометричного моделювання поверхні крила літака. Перспективами подальшого розвитку можна вважати побудову більш складних за формою несучих поверхонь та тісну їх інтеграцію з розрахунковими моделями аеродинаміки, міцності, конструкції, технології тощо. Окреслений напрямок потребує проведення відповідних наукових досліджень.

Список літератури

1. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як основа для узгодженої розробки літака на стадії ескізного проектування / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, І.В. Ванін // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – №4. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – С. 35-41.
2. Ванін В.В. Структурно-параметричні геометричні моделі як інваріантна складова комп'ютерних інформаційних технологій підтримки життєвого циклу виробів машинобудування. / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, В.В. Ванін // Праці Тавр. держ. агротех. академії – Вип. 4. Т. 36. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С. 16-21.
3. Ванін В.В. Комп'ютерні структурно-параметричні геометричні моделі як засоби конструкторсько-технологічної оптимізації літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.В. Збруцький // Механіка гіроскопічних систем: наук.-тех. зб. – Вип.27. – К: НТУУ «КПІ», 2014. – С. 111-119.

Ю. В. Трач,
канд. пед. наук, доцент
(Київський національний університет культури і мистецтв, Україна)

Віртуальна реальність як перспективна технологія ХХІ ст.

Розкрито сутність віртуальної реальності як соціокультурного феномена, а також її вплив на людину та різні сфери діяльності, звернено увагу на прогнози футуролога Р. Курцвейла стосовно перспектив ВР-технологій, наголошено на необхідності дослідження ВР не лише як техногенного явища, а й з точки зору культурології.

Суперечливість і багатоплановість різних соціальних і технічних процесів межі двох тисячоліть актуалізували теоретичне осмислення явищ, характерних для сучасної цивілізації. Зокрема, йдеться про поширення віртуальної реальності, сплеск суспільного інтересу до якої припадає на початок 1990-х років, час перших успіхів технології. ХХ століття не просто повернуло до життя забуте поняття схоластики – «віртуальний», – але зробило його ключовим словом сучасності, яке вживають у зв'язку з комп'ютерами, телебаченням та Інтернетом, на відміну від штампів і розмитих метафор, як, наприклад, «комп'ютерна епоха» чи «науково-технічна революція». З допомогою цього слова намагаються схопити «дух часу» і, відповідно, визначити роль людини в історії.

Як і будь-яке інтенсивно пізнаване явище, віртуальність, або віртуальна реальність (ВР, virtual reality – VR), розглядається і вивчається з дуже різних, іноді діаметрально протилежних позицій, тому дане поняття вже стало багатозначним. ВР-ідеї, концепції, підходи мають як спільні, так і відмінні ознаки, однак у них не осмислено проблематику віртуального системно, з виокремленням загальної структури, теоретичної і практичної складової, напрямів дослідження, форм інституалізації тощо. Частково це пов'язане з тим, що ВР належить до таких категорій, які складно визначаються, оскільки сама реальність розуміється неоднозначно, в результаті чого ускладнюється процес її аналізу в цілому. Тим часом вирішення даних завдань дало б змогу не лише з'ясувати природу віртуального у всьому його різноманітті, а й на новому рівні здійснювати наукові дослідження віртуальної проблематики.

Численні спроби осмислити феномен віртуальності з філософських позицій зумовили виникнення віртуалістики, яка в даний час інтенсивно розвивається. Віртуальність здебільшого осмислюється в межах постнекласичної парадигми, об'єктом розгляду якої є нелінійність, нестабільність і поліваріантність як невід'ємні характеристики буття. Широко досліджуються також соціально-особистісні аспекти віртуальної реальності, такі, як втеча від реальності, критичне ставлення до традиційного, отримання задоволень, зв'язок віртуальності із сьогоденням, минулим і майбутнім.

«Культурний потенціал» віртуальних реальностей першими оцінили її розробники – Дж. Ланье, М. Крюгер, У. Брік. У сучасній культурологічній

думці домінуючими є уявлення про віртуальне як про створений людською діяльністю штучний феномен, який має специфічні властивості. Однак праці, присвячені послідовному культурологічному аналізу віртуальності, пошуку її істотних властивостей і сенсу, тобто вивченню віртуальності як складного, багаторівневого феномена культури, на даний час практично відсутні. Натомість стрімкий темп культурних і соціальних процесів робить необхідність таких досліджень ще наполегливішою. Тим більше, що перехідний період дає змогу відрізнити нове від старого, порівняти новачки і традиції, зрозуміти, що можна втратити, а що знайти разом із новою технікою. Коли новий лад утвердиться в своїх правах, людство втратить таку ясність бачення. «Риба нічого не знає про воду», – говорив Маршалл Маклюєн.

Дослідження ВР пояснює, що вся світова культура певним чином пов'язана з твореними людиною віртуальними світами, на основі яких описується теоретико-пізнавальний аспект людської діяльності. ВР, створена творцем-художником, творцем-музикантом, творцем-поетом, є інтерактивною. Вона дає глядачеві, слухачеві, читачеві підключатися до неї, занурюватися в неї, існувати в ній. Віртуальні світи дають змогу досліджувати процеси вільного становлення і виникнення принципово нових структур, характерних для будь-якої творчості, без яких будь-який суб'єкт культури не може обійтися. Як результат, з'являються нові поняття, що відповідають новим явищам: «віртуальний продукт», «віртуальна інновація», «віртуальна організація», «віртуальні гроші», «віртуальні потреби», «віртуальна культура», «віртуальне мистецтво» тощо.

Сучасне уявлення про ВР безпосередньо пов'язане з комп'ютерними технологіями, хоча останнім часом цей термін застосовується для позначення таких віртуальних реальностей, як художні, психологічні тощо, і взагалі у багатьох галузях знання і професійних середовищах. На початок ХХІ ст. ВР досягла певного рівня зрілості, на що вказують масовість і технологічність її застосувань, зокрема поява методів комп'ютерної симуляції. Метою розробників комп'ютерної ВР, а цей термін зазвичай використовується для позначення тривимірних комп'ютерних моделей реальності, було створення максимально природного інтерфейсу, усунення «зазору» між людиною і комп'ютером, але в жодному разі не віртуальної реальності. Розробники лише намагалися зробити віртуальність більш реальною, відчутною, матеріалізованою. Комп'ютерна реальність – це система, задана комп'ютерною програмою, а, значить, при будь-якого розвитку результат у ній визначено. Комп'ютерна реальність передбачає альтернативу вибору без шкоди. Віртуальність ж передбачає безліч варіантів результату тієї чи іншої події, але результат буде єдиним і незмінним. Відтак, ВР, як автономну, так і мережеву, прийнято розглядати як штучно створене комп'ютерними засобами середовище, в яке можна проникати, змінювати його зсередини, спостерігати трансформації і реально щось відчувати. ВР-технологія передбачає симуляцію чуттєвих даних, які формують «ніби реальний» досвід. При всій різноманітності комп'ютерних ВР-систем їх об'єднує вироблюваний ефект – ефект занурення, який полягає в тому, що користувач перестає відчувати себе зовнішнім спостерігачем і включається у віртуальне оточення, починає

сприймати його «як справжнє» або «майже як справжнє». При цьому на повсякденному рівні смисли віртуальної реальності так і «залишаються не з'ясованими, зберігаючи іноді лише відсилання до зв'язку з комп'ютерами та Інтернетом, смисл якого також не розкривається» [5].

Комп'ютерні віртуальні реальності, як технологія конструювання штучних світів, які можуть посперечатися по достовірності із світом реальним, змінюють традиційні уявлення про деякі поняття та явища, зокрема, уявлення про простір, існування тощо. Якщо раніше людина могла бути присутньою тільки в одній точці простору, то з розвитком технічних засобів вона змогла бути присутньою в тій чи іншій точці простору віртуально, незалежно від місця свого фізичного знаходження. З цього приводу українська дослідниця О. М. Каріна відзначає: «Віртуальна реальність, представлена технічними засобами, формує переконання, що все можна втілити, зробити видимим і, таким чином, не залишає місця таємниці буття і його істини, що приховується. Тобто, якщо ВР як така завжди нагадує про існування забуття реальності у формах його представлення, то віртуальна реальність, створена інформаційними і телекомунікаційними технологіями, навпаки, призводить до забуття реальності» [2, с. 14].

Комп'ютерна реалізація ВР занурює людину в штучне середовище. Щоб досягти повної реальності зовсім не потрібно моделювати навколишній світ до найдрібніших моментів. Обов'язкова присутність лише двох моментів. Перший момент полягає в тому, що крім простого передання зорової інформації, такі програмні додатки одночасно впливають ще на деякі органи чуття, включаючи слух і навіть дотик. Другий полягає в тому, що в найдосконаліших системах користувач може доторкнутися рукою до об'єкту, який є лише в пам'яті комп'ютера, надівши обладнану датчиками рукавичку. ВР у комп'ютерній науці – це те, що дає змогу переміщатися у тривимірному світі з шістьма рівнями свободи (дотик, нюх, смак, слух, рівновага, зір) й оглядати його в реальному часі. Людина потребує фіктивного подвоєння світу.

Спільним для переживань трансперсональної реальності і ВР-переживань є те, що вони є неспецифічним підсилювачем ментальних процесів. Відкриття ВР свідчить, що реальною підставою для людського духу є не лише, власне, об'єктивна реальність, а й другий, і третій її шари, які для підсумкового суб'єктивного образу є не менш об'єктивними підставами. Відкриття віртуальної реальності людино-комп'ютерного і будь-якого іншого типу поглиблює уявлення людини про реальність. Поглиблює тим, що це реальність з єдністю можливого і дійсного, це реальність, де стирається межа між об'єктивним і суб'єктивним, де зіставлення матеріального й ідеального позбавляється сенсу, але не стирається.

Технології комп'ютерних віртуальних реальностей використовуються в багатьох галузях людської діяльності: медицині, криміналістиці, у військовій справі, в архітектурі, метеорології тощо. Серед основних напрямів віртуалізації суспільства виокремлюють віртуалізацію економіки, яка виявляється у створенні мережевої економіки, електронних ринків продукції, у розвитку міжнародної мережі електронних магазинів, ринку цінних паперів; віртуалізацію політики, пов'язану із створенням віртуальних політтехнологій;

віртуалізацію культури, пов'язану з PR-технологіями, створенням електронної преси та книг; віртуалізацію науки; та віртуалізацію системи освіти.

ВР функціонує у безпосередній взаємодії з такими фундаментальними комп'ютерними технологіями, як Інтернет і штучний інтелект. За словами одного з президентів компанії Silicon Graphics Inc. – лідера у сфері високопродуктивних обчислень – Р. Бішоп, ВР – це свого роду міст між теорією і практикою, що створює ефект присутності і виключає небезпеки реального світу, при цьому одним із головних завдань штучного інтелекту Р. Бішоп вважає візуально-інтуїтивний аналіз інформації, а Інтернет – головним джерелом всеосяжних знань [1].

ВР – не просто «чергова комп'ютерна технологія», вона належить до тих знакових досягнень науки і техніки, з появою яких пов'язують зміни в багатьох сферах людської діяльності, в масовій свідомості. ВР є новою технікою репрезентації, яка в найближчому майбутньому багато в чому визначатиме естетичний досвід людства. ВР стає середовищем спілкування і соціалізації сучасників, вона також знаменує відносність досвіду і суджень, множинність, децентрацію, втрату реального, культ штучного. В міру поширення і вдосконалення технології можна спостерігати прогресуючий вплив цих властивостей ВР на культурні процеси, повсякденні практики і ціннісні настанови сучасників. ВР примушує по-новому підійти до проблеми співвідношення символу і образу, конкретно-чуттєвого і абстрактно-розсудливого пізнання, переосмислити роль уяви і фантазії.

Говорячи про майбутнє ВР, варто звернути увагу на її перспективи, визначені відомим футурологом Реєм Курцвейлом, якого Біл Гейтс назвав «кращим з тих, кого я знаю, в передбаченні майбутнього штучного інтелекту» [4]. Отже, згідно з Р. Курцвейлом [3], у 2019 р. люди отримають системи віртуальної реальності, що формують зображення безпосередньо на їхній сітківці. Користувачі спілкуватимуться зі своїми комп'ютерами через двосторонній мовний та жестовий інтерфейс, практично не користуючись клавіатурою. Кабелі і провідні інтерфейси периферійних пристроїв майже повністю зникнуть. Мікрокомп'ютери вбудовуватимуться повсюдно – в одяг, ювелірні вироби, меблі і навіть в стіни. Це саме стосується фото і відеокамер, об'єктиви яких зменшаться до розміру шпилькової головки. З'являться численні пристрої зворотного тактильного зв'язку, наприклад, рукавички або навіть цілі костюми, які транслюватимуть віддалені дотики і використовуватимуться в системах віртуальної реальності для більш емоційного спілкування людей через Інтернет.

У 2021 р. комп'ютерні програми навчатимуться створювати предмети мистецтва (картини, музичні композиції і скульптури) на рівні сучасників, або навіть краще за них.

У 2022 р. роботи стануть настільки ж звичними, як домашні тварини. Уряди розвинених країн почнуть приймати закони з урегулювання взаємовідносин між людьми і роботами. На кілька років раніше це станеться з віртуальними персонажами, спілкуванню з якими деякі люди почнуть приділяти більше часу, ніж бесідам з живими людьми.

У 2041 р. Інтернет-трафік зросте в сотні мільйонів разів, а пошукові системи будуть вбудовані всюди. Запити в них можна буде відсилати навіть силою думки через ВСІ (англ. A brain-computer interface – нейрокомп'ютерний інтерфейс – система, створена для обміну інформацією між мозком та електронним пристроєм).

У 2049 р. різниця між віртуальною реальністю і тим, що поки прийнято називати «реальним світом», повністю зітреться. Сприяти цьому буде як розвиток систем доповненої реальності, так і той факт, що практично всі фізичні об'єкти зможуть виконувати негайне самозбирання або зміну своїх властивостей.

Висновки. Навіть наведених окремих прогнозів футуролога достатньо для того, щоб усвідомити усю серйозність прийдешніх змін. Кожна технологія – це втілення ідеології суспільства або, швидше, – ідеологічні інвестиції суспільства у власне найближче майбутнє. Тому ВР слід розглядати не лише як чинник масштабних змін, а й як вираження сучасних культурних тенденцій. Технологічно продумована ВР на сьогодні втрачає статус техногенних явищ, що належать винятково до сфери техніки, і стає у певному сенсі метафорою, що дає змогу хоча б у загальних рисах визначити контури тих реалій культурологічного, антропологічного і філософського характеру, з якими стикається, а головне, й надалі стикатиметься людство.

Список літератури

1. Бішоп Р. Куда движется компьютерная индустрия [Електр. ресурс] / Р. Бішоп. – Режим доступа : www.rusrev.org/content/view/full/122163/predictions-of-raymond-kurzweil – Название с экрана.
2. Каріна О. М. Віртуальна реальність: онтологічний статус : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. філос. наук : 09.00.01 / О.М. Каріна ; Харк. нац. ун-т ім. В.Н.Каразіна. – Х., 2004. – 17 с.
3. Прогноз развития технологий до 2099 года [Електр. ресурс]. – Режим доступа : <http://www.computerra.ru/122163/predictions-of-raymond-kurzweil>. – Название с экрана.
4. Прогнозы Рэя Курцвейла на ближайшие 25 лет [Електр. ресурс]. – Режим доступа : <https://hi-news.ru/technology/prognozy-reya-kurcvejla-na-blizhajshie-25-let.html>. – Название с экрана.
5. Таратута Е. Е. Социальный смысл виртуальной реальности : автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. филос. наук [Електр. ресурс]. – Режим доступа : <http://cheloveknauka.com/sotsialnyy-smysl-virtualnoy-realnosti>. – Название с экрана.

*В.Ю. Кудряков, молодший науковий співробітник
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Організація промислового виробництва на базі кіберфізичних систем. Перспективи розвитку

Кіберфізичні системи виробництва - це нова архітектура промислових систем, що може бути впроваджена поступово за допомогою цифрової модернізації існуючих виробничих потужностей.

Щоб не втратити конкурентоздатність, потрібен промисловий прорив і вихід в новий технологічний уклад, в основі якого прилад - і роботобудування, біокомп'ютерні системи і біомедицина, 3-D технології та інше. Уряди розвинених країн включили кіберфізичні системи в пріоритетний список інновацій, вважаючи їх критично важливими для захисту своїх національних інтересів.

Саме кіберфізичні системи надають сенс виробничим процесам найближчого майбутнього, так званої четвертої версії промисловості - Industry 4.0 (термін, використовуваний у Німеччині). Першою версією був винахід механічних пристроїв, а другою - налагодження масового виробництва. Industry 3.0 принесла електроніку і автоматичне керування, а Industry 4.0 ґрунтується на міжмашинних (M2M) комунікаціях між продуктами, системами і машинами.

Кіберфізичні системи виробництва докорінно змінюють традиційну логіку виробництва, оскільки кожен робочий об'єкт буде сам визначати, яку роботу необхідно виконати для виробництва. Ця абсолютно нова архітектура промислових систем може бути впроваджена поступово допомогою цифрової модернізації існуючих виробничих потужностей. І це означає, що дану концепцію можна реалізувати не тільки на абсолютно нових підприємствах, але і поетапно розгортати на існуючих підприємствах у процесі еволюційного розвитку. У сьогоdnішній Індустрії 3.0 ми вже спостерігаємо ознаки неминучого переходу від жорсткого централізованого виробничого контролю до децентралізованому устрою.

Виробниче обладнання та продукти стають активними системними компонентами, які керують своїми виробничими і логістичними процесами. Вони будуть включати в себе кіберфізичні системи, що зв'язують віртуальний простір Інтернету з реальним фізичним світом. При цьому вони будуть відрізнятися від існуючих мехатронних систем наявністю здатності взаємодіяти зі своїм оточенням, планувати та адаптувати свою власну поведінку відповідно до навколишніх умов, вчитися новим моделям і ліній поведінки, і, відповідно, бути самооптимізуючимися. Кіберфізичні системи забезпечать ефективний випуск навіть мінімальних партій при швидкому внесенню змін у продукцію і великій кількості варіантів. Застосування вбудованих датчиків/виконавчих механізмів, забезпечення міжмашинного обміну даними і використання активної семантичної пам'яті призведе до появи

нових методів оптимізації, спрямованих на збереження ресурсів у виробничому середовищі.

Промислова концепція «Індустрія 4.0» - це глобальна, складна, багаторівнева організаційно-технічна система, заснована на інтеграції в єдиний інформаційний простір фізичних операцій та супутніх процесів, що складається з 6 підсистем: PLM, Big Data, Smart Factory, Cyber-physical systems, Internet of Things, Interoperability, які дозволяють створити ефективну бізнес-модель підприємства. Висока ефективність досягається головним чином за рахунок раціонального управління систем автоматизації фізичних операцій виробництва і супутніх процесів інтегрованих у єдиний інформаційний простір. Розглянемо докладніше ці підсистеми.

PLM (Product Lifecycle Management) – "управління життєвим циклом виробу"

Матеріально-технічне забезпечення, виробництво, експлуатація, утилізація і всі супутні процеси відбуваються у фізичному просторі, їм відповідають процеси, що відбуваються в інформаційному просторі, що протікають в комп'ютерних системах. Для ефективного використання ІТ-технологій необхідно перетворити процеси, що відбуваються у фізичному просторі в інформаційні проблеми, а також мати можливість зворотнього перетворення інформаційних процесів у фізичні. Таке перетворення слід розглядати як проблему адекватного моделювання алгоритму життєвого циклу виробу, тобто встановлення взаємно однозначної відповідності між фізичним і інформаційним простором.

Big Data (Великі Дані) - сукупність підходів, інструментів і методів обробки структурованих і неструктурованих даних великих обсягів і значного різноманіття для отримання сприймаються людиною або комп'ютерною системою результатів, ефективних в умовах безперервного приросту, розподілу по численних вузлів обчислювальної мережі. Являє собою набір даних з традиційних і цифрових джерел всередині та за межами компанії.

Інформаційномісткі виробничі системи мають властивості лавиноподібного потоку, кількість даних постійно зростає, різноманіття інформації розширюється. Управляти, структурувати, інтерпретувати, аналізувати та використовувати дані – одна з основних найважливіших завдань організації виробництва в концепції Industry 4.0.

SMART Factory (Розумне виробництво) - в основі концепції Smart Factory – безшовне з'єднання окремих етапів (операцій) виробничого процесу, від стадії проектування виробів і планування використання виробничих ресурсів до виконавчих механізмів в польових умовах. Фундаментом "Smart Factory" є концепція "Digital Manufacturing".

Digital Manufacturing – це організаційно-технічна система адекватного моделювання виробництва заснована на просунутих симуляторах на базі CAD.

Interoperability – (Інтероперабельність, функціональна сумісність) – найважливіший фактор промислової концепції Industry 4.0. Без функціональної сумісності, створити працездатну інтегровану виробничу систему «Industry 4.0» неможливо. При роботі над проектами модернізації виробництва, обов'язково потрібно проводити перевірку на інтероперабельність (сумісність)

автоматизованого обладнання та програмного забезпечення. Це повинно бути жорстким правилом організації тендерних процедур при купівлі обладнання з ЧПУ і програмного забезпечення.

Cyber-physical systems (Кібер-фізичні системи) – це організаційно-технічна концепція управління інформаційними потоками, інтеграція обчислювальних ресурсів на фізичні процеси виробництва. У такій системі датчики, контролери та інформаційні системи об'єднані в єдину мережу на протязі всього життєвого циклу виробу. Кібер-фізична мережа може бути, як в рамках одного підприємства, так і в рамках динамічної бізнес-моделі у складі якої кілька підприємств. Операції на протязі всього життєвого циклу взаємодіють за допомогою стандартних інтернет-протоколів для управління, планування, самонастроювання і адаптації до змін. Без кібер-фізичні системи не може існувати Інтернет речей, так як CPS є інфраструктурою інтернету речей.

Internet of Things (IoT, Інтернет речей) - концепція обчислювальної мережі фізичних предметів, оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем, розглядає організацію мереж таких як явище, здатне перебудувати економічні процеси, що виключає з частини дій і операцій необхідність участі людини. IoT пов'язує речі, підключені до інтернету один з одним і забезпечує їх спільну роботу, керовану облачними обчислювальними системами.

За минулі роки уявлення про IoT помітно розширилося і поглибилося і розглядається в контексті об'єднання таких сучасних понять, як проникливі комп'ютерні системи та інтелектуальне навколишнє середовище (Pervasive Computing, Ubiquitous Computing, Ambient Intelligence).

Подібна автоматизація не виключає участь людини. IoT не повністю автоматизує процеси, оскільки орієнтований на людину і надає йому можливість доступу до управління. У IoT кожен виріб має свій унікальний ідентифікатор (Unique Identifier) або віртуальний ідентифікатор (Virtual Identifier), які спільно утворюють тимчасові або постійні мережі. Вироби зможуть брати участь у процесі їх переміщення, ділячись інформацією про поточну геопозиції, вони дозволять повністю автоматизувати процес логістики, а маючи вбудований інтелект, зможуть змінювати свої властивості і адаптуватися до навколишнього середовища, в тому числі для зменшення енергоспоживання. Вони зможуть виявляти інші, так чи інакше пов'язані з ними вироби, і налагоджувати з ними взаємодію. IoT дозволяє створювати комбінацію з інтелектуальних пристроїв, об'єднаних мультипротокольними мережами зв'язку, і людей-операторів. Спільно вони можуть створювати системи для роботи в середовищах, незручних або недоступних для людини (наприклад, у космосі, на великій глибині, на ядерних установках, в трубопроводах тощо). Сучасні машини і механізми також зможуть взаємодіяти між собою (Machine-to-Machine, M2M), з інфраструктурою зовнішнього середовища (Machine-to-Infrastructure, M2I).

Для цієї мети програмне забезпечення наділяється системою концепцій, що забезпечує чіткий опис функцій системних компонентів, виробничих завдань, станів та подій. Це сприяє розвитку високоякісної

семантичного взаємодії, що буде зрозуміла не тільки працівникам підприємства, але також і заводському обладнанню. Для того щоб це запрацювало, потрібні уніфіковані описові мови та Інтернет в якості комунікаційної платформи на підприємстві.

Велика перевага цієї технології полягає в тому, що вона може впроваджуватися поетапно. З киберфізичними системами можна перетворити підприємство без зупинки виробництва. Це передбачає оснащення необхідними датчиками, встановлення системних компонентів з мініатюрними серверами і заміну шинної системи. Тобто можна почати з окремих машин, а потім реорганізувати весь завод. Ключова технологія - конвергенція промисловості та ІТ, 3D-принтери. З'являється можливість виробництва дрібної серії або унікального продукту за ціною, що наближається до вартості того ж самого у великій серії.

Висновок

Масове серійне промислове виробництво та енергетичні системи будуть різко змінюватися. В реальному секторі виробництва на заводах і фабриках це багаторазово збільшить виробництво уніфікованих товарів з персональними споживчими характеристиками, які будуть закладені в них їх споживачами, замовниками, клієнтами. Споживач захоче завтра мати свій індивідуальний товар або унікальну пропозицію як конкурентну перевагу на ринку. Масове чи серійне виробництво при оптимальних параметрах собівартості та витрат дозволить випускати це за мінімальною ціною. Всі компоненти інтегровані у виробництво, взаємодіють один з одним, і всі виробничі лінії можуть працювати автономно. Таким чином, навіть самі малі партії товарів мають доступну ціну.

Список літератури

1. Яблочников Е. И., Куликов Д. Д. Технологическая подготовка производства как многоагентная система. СПб: НИУ ИТМО. 2012. 46 с.
2. Романченко В. Облачные вычисления на каждый день. 2009 [Электронный ресурс]: <http://3dnews/editorial/cloud_computing/>.
3. Саломатина А. А. Алгоритмы функционирования технологической подготовки производства в информационной среде виртуального предприятия. Дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2011. 149 с
4. <http://www.plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html>

*Volodymyr Temnikov, Ph. Dr, Assoc Prof., Andrii Temnikov
(National Aviation University, Ukraine)*

Building information systems for decision support in airport control services

Abstract. The article presents the basic principles of constructing a voice information support system for decision making by senior air traffic controllers in the process of monitoring the actions of air traffic controllers during the performance of their functional duties. The developed information system is intended for permanent authentication of air traffic controllers and monitoring of their psychophysiological state. The system functions in real time.

Formulation of the problem

One of the main causes of accidents and emergencies in aviation is the human factor. Published statistical data show that, for example, about 80% of all accidents and violations of the technological regime in aviation are caused by the fault of the dispatch personnel. Errors in their work are due to the presence of air traffic controllers in a state of permanent tension, associated with the responsibility for people's lives and possible significant material losses.

To reduce the impact of the human factor on flight safety, the authors developed a system of information support for decision-making (SISDM) by persons who monitor the actions of air traffic controllers.

The developed information system is intended for permanent authentication of air traffic controllers and monitoring of their psychophysiological (emotional) state (PPES). It is assumed that SISDM, functioning in real time, will promptly signal violations in the work of controllers, which will allow more efficient and quicker prevention of violations in the work of controllers, including removing from the work of persons in an inadequate PPES. A report on the operation of the system can serve as a documentary evidence of the fact of the violation.

Using voice as an analyzed image makes it possible to control dispatchers contactlessly, remotely, without distracting them from work.

This report briefly outlines the basic principles for building the developed decision support information system.

The principles of building a decision support information system

The goal of the authors was to develop an information support system for decision-making that functions in real time and provides the highest possible percentage of correct authentication and determination of air traffic controllers PPES.

System development was carried out taking into account peculiarities of its practical application: small distances from sound sources to SISDM, relatively small values of noise in the analyzed speech signals, small numbers of monitored persons, specific requirements for air traffic controllers (application of certain normatively established phraseology, speech dimensions, etc.).

The specified features of the application cause increased requirements to the speed of the system. Another important requirement is the need for monitoring the continuous speech of the controller.

The structure of the developed SISDM includes subsystems of authentication, monitoring PPES and recognition of key speech fragments (words) in continuous speech.

The subsystem for controllers authentication

The voice subsystem of authentication is proposed to build on the basis of the theory of pattern recognition [1]. In accordance with the typical pattern recognition scheme, preliminary processing, parametrization and classification of the speech signal obtained from the output of the scanning subsystem are sequentially conducted, with the decision to assign a speech signal (pronouncing the person) to a certain class.

Parameterization of the speech signal is proposed to be carried out using the method of short-term analysis [2]. In the process of creating the system, a joint development of the parametrization and classification modules was carried out. The parameterization module is recommended to be constructed in such a way as to ensure the efficient operation of the classification module. Classification of controllers was carried out using artificial neural networks (ANN). To meet the requirements for speech parameters from the ANN side, a system of informative parameters was developed, based on the frame-wise computed cepstral coefficients of linear prediction [3].

Specific types of ANN and parameter values of the parameterization and classification modules of voice signals are determined during the joint testing of these modules by the criterion of the maximum percentage of correct authentication. The results of testing during the development of SISDM are given in [3]. The percentage of correct authentication achieved as a result of testing was 98%.

The subsystem of air traffic controllers PPES control

Control of PPES is proposed to be carried out on the basis of a comparative analysis of control and reference informative parameters characterizing separate (primarily vowel) phonemes. In the process of developing SISDM, theoretical and experimental studies were carried out, the purpose of which was to analyze the parameters characterizing speech fragments from the point of view of their effectiveness for determination of PPES. Studies have shown that, as informative parameters, it is expedient to use the fundamental frequencies, the parameters calculated on their basis, the formant frequencies of the vowel phonemes, and also the length of the speech by the subscriber of the speech fragments. Segmentation on phonemes is proposed, like noise cancellation, to be carried out using wavelets [4].

Important in determining PPES is the lack of the need to recognize all the phonemes of the parental speech fragment - to determine PPES it is enough to recognize only a few first vowel phonemes.

The subsystem of keyword search in the continuous speech of the controller

Authentication and monitoring of PPES by continuous speech is reduced to PPES authentication and monitoring of key speech fragments (words), isolated from the continuous confluent speech of the controller. Keywords can be chosen words

(or their fragments), often used by air traffic controllers in the process of work or taken from professional phraseology (for air traffic controllers, professional phraseology is established by regulatory documents).

To search for key speech fragments (words) in the continuous speech of the controller dicton-independent ANNs were used. To improve the speed of the system, the authors developed a procedure for quickly discarding words that are not part of the database (dictionary) of key fragments before they are processed by the authentication subsystem. When using the developed procedure, there is no additional time expenditure, because segmentation on phonemes and recognition of vowel phonemes are elements of a sequence of actions performed during monitoring of PPES controllers.

Conclusions

1. The report outlines the basic principles for constructing a voice SISDM to ensure that decision-makers make more informed decisions in the process of monitoring the actions of air traffic controllers during the performance of their functional duties.

2. Authentication and monitoring of PPES, carried out according to the continuous speech of the controller, are reduced to their carrying out by key speech fragments allocated from the continuous speech of the controller.

3. In order to search for and extract key speech fragments from continuous speech, the subsystem of speech fragments recognition is introduced into the system, consisting of parametrization modules, classification and decision-making about the assignment of the speech fragment to the "key" class.

4. Application of the developed methods of increasing the speed and reliability of the work in the process of creating the SISDM allowed to create a system functioning in real time and providing a percentage of correct authentication of more than 98%.

5. The application of the developed information support system for decision-making allows to significantly improve aviation safety, reduce the number of accidents and emergency situations due to the decrease in the influence of the human factor.

References

1. Рамишвили Г.С. Автоматическое опознавание говорящего по голосу // М.: Радио и связь, 1981. – 224 с.
2. Рабинер Л., Гуолд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов // М: Мир, 1978. – 848 с.
3. Темников В.А., Темникова Е.Л., Конфорович И.В. Выбор параметров системы аутентификации человека по голосу // Інформаційна безпека. – 2012.– №2(8). – С.151-157.
4. Темников В.А., Пономаренко Л.В. Методика проведення шумочистки речевого сигналу в процесі розпізнавання // Вестник Восточноукраинского национального университета им. В.Даля. - №5 (111). – Ч.1. – 2007. – С.123-127.

*Р.А. Тараненко, провідний інженер
(НТУ України «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, Україна)*

Якість інформації: формальні методи, Big Data - від інформаційних технологій до інтелектуальних технологій знань

У даній праці розглянуто фундаментальні основи проблематики отримання формальних методів, що необхідно покласти у основу розв'язків в задачах визначення якості інформації у широкому розумінні. Робота розкриває тісний зв'язок та значення предметної області визначення «якості інформації» з фундаментальними дослідженнями та їх сучасними напрямками.

Сьогодні в час активного розвитку інформаційних технологій та систем проблема визначення якості інформації (IQ - Information Quality) стає одним з найважливіших фундаментальних наукових напрямків, що все більше набуває практичного значення, хоч і необхідно визнати, що його важливість досі повною мірою не осмислено та не визнано [1].

Однією з характеристичних особливостей предметної області IQ є її скрита присутність, що надає можливості до узагальнюючих та об'єднуючих властивостей у будь-якій сфері життєдіяльності, оскільки передбачає крім методів і додаткові критерії її оцінки.

Головною причиною, такого стану розгляду питання проблематики досягнення розв'язків в задачах IQ, необхідно розглядати не окрему проблему предметної області, що потребує рішення, а різноманіття невирішених фундаментальних теоретичних проблем, що за своєю сукупністю складових факторів утворюють складну область теоретичних досліджень, що завдяки її специфіці більшість вчених або обминають або намагаються ігнорувати не виходячи за рамки їх фахових сегментів знань.

У проведеній роботі було визнано, що проблема визначення IQ статистичних даних має дві важливі складові – прикладну та фундаментальну. Складність отримання розв'язків задач визначення IQ статистичних даних полягає у визначенні предметної області дослідження, що за загальними властивостями характеризується як всеохоплююча. Тому головною проблемою в задачах визначення IQ статистичних даних стає вибір та застосування фундаментальних теоретичних засобів, що за вимогами предметної області, у розумінні представлень теоретичної фундаментальної науки розкривають новий клас складності, раніш невирішених, теоретичних задач. От же у фундаментальному розумінні задача визначення IQ статистичних даних зводиться до пошуку та синтезу нових теоретичних підходів виходячи з апіорних даних прикладної області.

Такого висновку було досягнуто у проведених практичних дослідженнях предметної області оцінки IQ, що було розпочато у державній темі, №0103U007401 «Створення методології управління якістю статистичних даних і робіт, формування словників даних і процесів обробки статистичної

інформації», при Державній службі статистики України протягом 1999-2001 років, та подовжено самостійно автором.

Грунтуючись на необхідності врахування всеохоплюючих представлень предметної області, синтез формальних підходів з метою отримання кількісно-якісних оцінок в задачах визначення IQ необхідно здійснювати на основі аналізу цілісного комплексу сучасних фундаментальних теоретичних проблем та існуючих тенденцій розвитку науково-прикладних напрямків.

Визначення фундаментальної проблематики. Сучасний напрямок «аналітика надвеликих масивів даних» (Big Data) як «передовий рубіж» науково-технічних засобів обробки інформації, що на сьогодні досягають загальної якості її оцінки у 80-95 % (у деяких випадках 97% і більше), розкриває характеристичну особливість традиційних, спрощених фундаментальних теоретичних підходів у спробах розкрити механізми складних багатокомпонентних та багатофакторних систем, - зазнають краху охарактеризованому ступенем адекватності рівня складності формальних теоретичних підходів. Три ступеня адекватності будь-якого теоретичного засобу: адекватний, невизначена адекватність або перехідна та за межею адекватності пояснюють три ступені ефективності виражені фазами підйому, досягнення максимального рівня стану та спаду будь-якого явища і теоретичних засобів також.

Задачі визначення IQ за класами складності фундаментальних теоретичних підходів можливо поділити на 4-и категорії:

- елементарні;
- системні (теорія систем);
- кібернетичні (теорія керування)
- цільові (цілісні та всеохоплюючі підходи).

Згідно такої класифікації перші три категорії мають розроблені теоретичні засоби, або основи для отримання рішень IQ. А четверта категорія знаходиться за межею адекватних оцінок фундаментальних теоретичних підходів, що проявляється проявом різного роду протиріч, парадоксів, розпливчастостей, неясностей та ін. Отримання формальних підходів розв'язків в четвертій категорії потребує пошуку нових об'єднуючих фундаментальних методів в рамках яких буде подолано парадокси, протиріччя та ін. Але за основами наукової методології необхідно дотримуватись принципу не відкидання попередніх теоретичних засобів, а їх розвиток тобто в напрямку ускладнення залучаючи нові фактори. Потрібна нова парадигма що виконає перехід від підходів ґрунтованих на «знання деяких принципів легко компенсує знання деяких факторів»(Клод Адріан Гельвецій) до методів працюючих лише на факторах і особливо це важливо у всеохоплюючих підходах. У фундаментальному розумінні потрібно починати також і з визначення самого терміну інформація – «термін інформація сьогодні трактується інтуїтивно та неоднозначно» [2].

Грунтуючись на головній властивості предметної області – всеохоплюючих представленнях, в задачах отримання формальних оцінок IQ було напрацьовано узагальнюючі фундаментальні висновки, що склали основу

методології в рамках якої можливе формальне розв'язання задач визначень IQ якості статистичної інформації:

1. На сьогодні не існує теоретичних засобів прямого розв'язання проблематики, а рівень складності існуючих підходів дозволяє застосовувати або превентивні заходи або спрощені, обмежені підходи з низьким рівнем адекватності і відповідно оцінки якості.

2. Фактично розв'язки задач формального визначення IQ знаходяться за межею вузькоспеціалізованих окремих традиційних спрощених та обмежених фундаментальних підходів за їх рівнем адекватності проблематиці.

3. Необхідність отримання формальних розв'язків проблематики потребує переходу до теоретично нового рівня складності вираженого багатокomпонентністю та багатofакторністю, що необхідно визнати як застосування системи знань проблематики в намаганні утворити єдину об'єднуючу уніфіковану теорію.

4. «Фокус» отримання практичних формальних рішень задач визначення IQ належить до розвитку методів теорії керування у цілісному аналізі, розгляду проблематики у широкому розумінні, в межах інтегративних, як необхідних, умов теорії систем та теорії живого, як умови достатньої складності теоретичного апарату методології розв'язку.

Висновки

Виходячи з проведеного дослідження необхідно констатувати, що предметна область IQ у широкому розумінні пов'язана з усіма фундаментальними науковими та прикладними задачами і її всеохоплюючі, узагальнюючі та об'єднуючі властивості мають особливе значення у розв'язанні проблем надскладних цілісних всеохоплюючих систем, що опинились за межею адекватності класичної наукової методології. Методологія IQ спроможна подолати спірні питання що виникли між класичною теоретичною наукою та різноманітним нових прикладних можливостей і визначити кроки розв'язку раніш не розв'язних складних задач.

Список літератури

1. Тараненко Р.А. Качество информации: обзор представленный в контексте целостной парадигмы / Руслан Анатольевич Тараненко. // УСиМ. – 2005. – №5. – С. 3–12.
2. Астаин С.В. Теоретическая информатика: Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1990. 147 с.
3. Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход. -М.: Эдиториал УРСС, 1997. - 450 с.
4. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. - М.: ЛЕНАНД, 2016. - 160 с. (Серия «Умное управление»)
5. Денискин С.А. Познание живого: теоретико-методологические основы: монография /А.С. Денискин [Текст]. – Челябинск: Цицеро, 2010. – 167 с.

Г.Л. Баранов, д.т.н., О.М. Прохоренко, аспірант
(Національний транспортний університет, Україна)

Гарантоване адаптивне управління технологічними процесами та рухом транспортних засобів

Встановлено і формалізовано інформаційні закономірності гарантовано-адаптивного управління складними динамічними системами. Розроблено алгоритмічну систему, яка гарантує послідовність дій досягнення цілеспрямованого синергетичного результату за критеріями безпеки життя транспортних засобів, екології довкілля та економічної енергоефективності кожного рейсу.

Інтелектуальні транспортні системи (ITS) стрімко розвиваються за всіма прогресивними напрямками, які змінюють результуючі показники економічної енергоефективності реальної складної динамічної системи (СДС). Ієрархічної багаторівнева та багатокошторна будова ITS обумовлена спектром поточних вимог до кожної підсистеми, комплексу агрегату, виконавчому транспортному засобу (ВТЗ) з відповідними спеціалізованими інструментами гарантовано-адаптивного управління (ГАУ) технологічними процесами під час виконання транспортної роботи кожним ВТЗ. Відповідно до вимог замовників плануються маршрути руху ВТЗ, графіки рейсів між пунктами означених позицій, функцій логістичного обслуговування пасажирів й вантажів, включаючи відновлення витрат всіх видів ресурсів під час реального руху у зовнішньому навколишньому оточуючому середовищі (ЗНОС) [1].

Глобальна незалежність факторів впливу ЗНОС на діяльність ITS обумовлює раціональний розподіл функцій на стратегічні, тактичні та оперативні синергетичні підсистеми ГАУ рухом потоків та індивідуальних ВТЗ.

Згідно стандартів ISO Guide73:2009 Risk management та ISO 31000:2009 (ДСТУ ISO Guide73:2013) [2-5] бажана безпека життя у багатьох сферах запобігання небажаних та негативних наслідків природних чи соціально-технологічних факторів впливу ЗНОС досягається комплексними процесами керування процесами сприйняття, обліку та оцінювання ризиків для СДС з множинною конкретних конструктивних технологічних агрегатів (КТА) ITS.

Глобальність та різноманітність природних форм прояву дії факторів впливу ЗНОС у конкретному просторово-часовому континуумі (ПЧК) дозволяє відображувати карти ризику на відповідних електронних системах типу ECDIS. Реєстр фундаментальних джерел природних ризиків складається з галактичних факторів космічного простору, де існує нестационарна зірка та по різних орбітах здійснюється квазіперіодичних рух різних твердих тіл, які впливають на внутрішні глобалізовані процеси земного ПЧК.

Незахищеність планети від відомих чинників космічного ЗНОС породжує наслідки у вигляді внутрішнього реєстру ризиків, сприймаємих як глобальні катастрофічні явища. Правдоподібна класифікація та опис конкретних явищ на даний час наукового розвитку знань стосовно фізичної

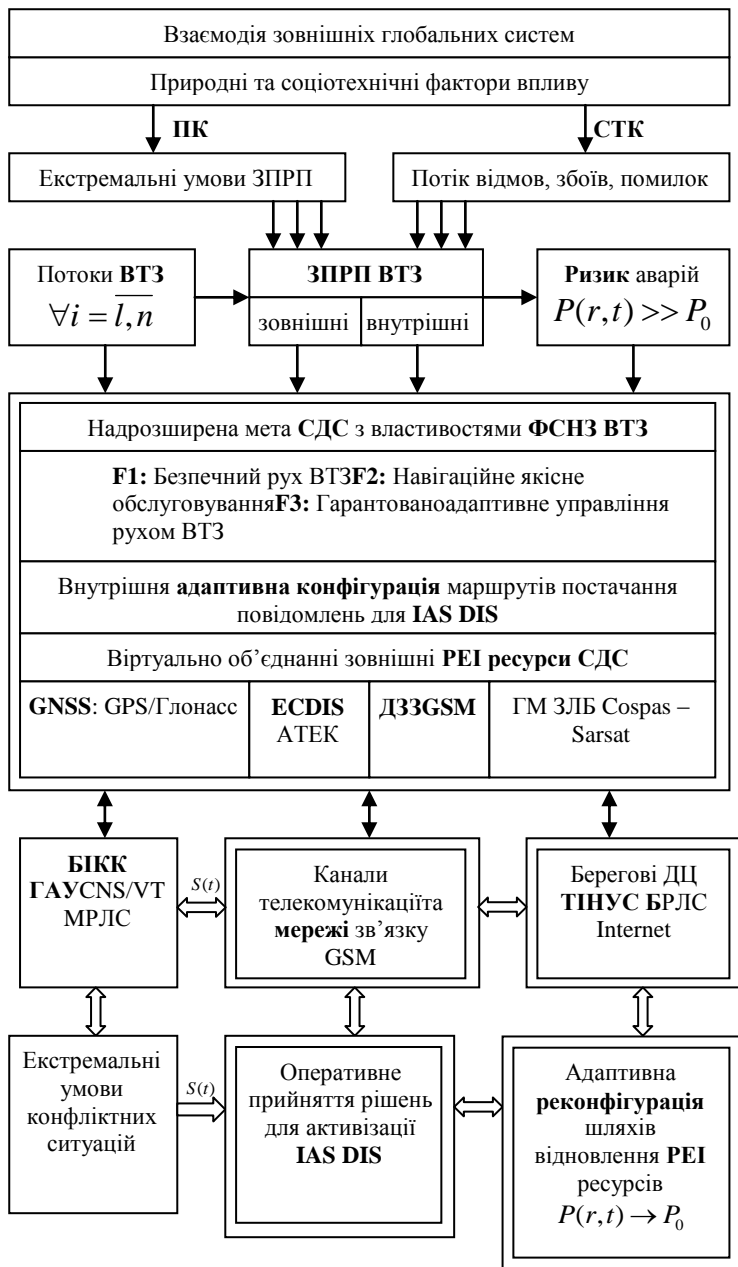


Рис. 1. Концептуально-семантична парадигма запобігання ризикованих подій, аварій та катастроф

природи СДС не дозволяє робити точний прогноз та повний опис ризику. Це стосується подій, якщо вони майже випадково (при певному знанні ретроспективи) відбуваються у вигляді: землетрусів; виверження вулканів; атмосферних тайфунів й циклонів; гідросферних цунамі та хвиль смерті; електро-магнітних масштабних збурень екосистем. Найбільш руйнівні наслідки для ITS мають місце у випадках збігу обставин. Тоді об'єднання різних форм ризиків, включаючи зовнішні й внутрішні, формує загальні об'ємно-просторові руйнівні явища хвилеподібних перехідних процесів форс-мажорних ситуацій. Непереборна сила цих природних явищ відповідно історичному досвіду практики аналогічних подій у минулому обумовлює лише формалізовану інформаційну закономірність: ЯКЩО <спостереження ПЧК, моніторинг ЗНОС та вимірювання параметрів руху ВТЗ спільно визначають критичний стан(risk aggregation), що в процесі оброблення ризику не змінюється за критичними рівнями (risk to lerance, risk appetite)>, ТОДІ <Реалізується прагнення до безпеки (safety) щоби уникати ризику (risk aversion, risk avoidance, risk sharing) шляхом пристосованості до руху у складному й мінливому ЗНОС без залишкового ризику (residual risk) у наслідок покрокового запобігання кризової траєкторії та переходу до трансверсальних (transversal current of traffic) потоків у ПЧК>.

Гарантованість даного (рис. 1) адаптивного управління рухом ВТЗ у конкретному ПЧК передбачає заздалегідь погоджене розділення ризику (risk sharing) з іншими сторонами ITS, які сприймають чіткість правил дії у надзвичайних форс-мажорних обставинах.

Розподіл функцій з метою виключення хібних визначень, інтерпретації та помилкового використання досягається у сфері інтелектуалізації правил дії учасників полі ергатичних виробничих (виконавчих) організацій (ПЕВО) цілісної ITS. Комплексний підхід до раціональних засобів ГАУ та мінімізації витрат ресурсів на їх поточну експлуатацію реалізується за концепцією CNS/VTM (communication, navigation and surveillance/vehicle traffic management) [1].

Інтеграція взаємозв'язків складових підсистем залежить від поточних умов та рівня потенційних можливостей. Телекомунікація на будь-які далекі відстані забезпечує по всяк часовий обмін даними, повідомленнями, інструкціями між комунікантами різних сфер управління для задач ITS. Навігація у будь-яких позиціях локального чи глобального ПЧК забезпечує високу точність ідентифікації об'єктів СДС. Спостереження по зонам моніторингу та точного виміру небезпечних джерел опису ризиків забезпечує, оцінювання та об'єднання часткових загроз у ймовірний ризик, що може спричинити уразливу подію (vulnerability) з небажаним загрозливим наслідком.

В диспетчерських центрах ГАУ рухом ВТЗ на основі завчасного отримання комплексних даних з точним, чітким, верифікованим описом необхідних структурованих параметрів стосовно джерел ризику (risk source) та характеристики розгорнутого викладу необхідних й достатніх даних risk description цілеспрямована технологія гарантування безпеки руху у ПЧК зони обслуговування потреб ВТЗ синтезує індивідуальні закони управління для КТА всіх рівнів ієрархії ITS. Кожний виконавчий засіб оперативного управління (control) забезпечує ефективні дії (рис.2) для насамперед видозміни загрозливих

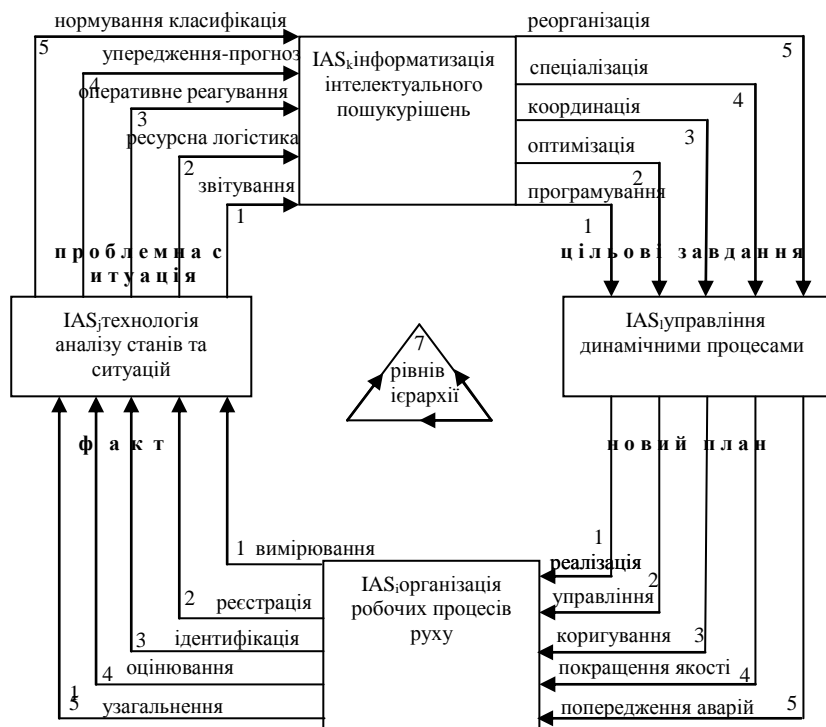


Рис. 2. схема інтелектуалізації взаємодії ієрархічних мультіагентних компонент ГАУ ITS

подій від джерела як базової причини до рухомого об'єкта ВТЗ як можливого наслідку з нещасним випадком. Зони безпечної області навігації (БОН) для кожного ВТЗ передбачають значне віддалення не лише від ядра джерела risk source, а також й від загрозового хвильового фронту, який загрожувє через стислий інтервал часу контактним «близьким» влученням.

Виключення уразливості тобто чутливості до такого джерела ризику досягається законами руху по трансверсальним шляхам, які ні теоретично ні практично ні коли не перетинаються, не контактують та навіпаки гарантують уникнення ризику (risk avoidance). Попередження та завчасне запобігання ризику значно залежить від засобів стратегічних й тактичних підсистем ITS. Для цього підвищується ефективність радіоелектронного обладнання CNS/VTM та катастрофічного обслуговування за допомогою додаткових ресурсів рис.1 геоінформаційних пакетів, ECDIS та особливо зон підвищеного рівня подій (ЗПРП), наприклад, з можливими зіткненнями у наслідок підвищення щільності транспортних потоків.

Для оперативних підсистем ГАУ рухом ВТЗ також відповідно до пікових часів графіків рейсів додатково виконується погоджене розділення ризику (risk sharing). Прикладами правил погодження можуть бути: заборони в'їзду великогабаритних ВТЗ в окремі пікові інтервали часу; обмеження на

швидкість руху по смугам; завчасне сповіщення стосовно зміни правил у ЗПРП особливо коли несприятливі погодні умови.

Спеціалізоване інформаційно-аналітичне забезпечення для засобів ГАУ рухом ВТЗ згідно вимог ITS розроблено у вигляді конструктивних алгоритмічних компонент, (рис.1) та (рис. 2) які у залежності від поточних ситуацій у зовнішніх та внутрішніх ПЧК єдиного ЗНОС з'єднуються у причино-наслідкові ланцюги взаємодії між КТА.

Попередні КТА_{i-1} надають вхідні дані для поточних КТА_i. В свою чергу КТА_i надають власні вихідні, що стають вже вхідними даними для КТА_{i+1} вздовж активізованого ланцюга для спільного врахування всіх впливових факторів впливу та гарантування руху у БОН для цілеспрямованого синергетичного результату.

Висновки:

1. Гарантоване адаптивне управління сприяє безпеці життя пасажирів, вантажів, виконавчим транспортним засобам та екосистемам середовища в умовах наявних невизначень стосовно наближення до небезпечних зон навігації з ризикованими загрозами аварій та катастроф.

2. Управління надзвичайно високими ступенями безпеки руху індивідуальних ВТЗ та гібридних потоків в ситуаційних нестационарних умовах наявних ризиків чи надзвичайного збігу обставин повинно бути ієрархічним, багатокритеріальним з чіткою стратифікацією запобігання ризиків ще на стратегічних, тактичних та оперативних рівнях уточнення маршрутів та рейсів.

3. Визначальною умовою реалізації безпечного руху в складних динамічних системах є запобігання (відхилення, віддалення) критичного наближення до небезпечних ризикованих зон навігації, що можливо лише на трансверсальних траєкторіях, які не перетинаються з ризиками «близьких влучень», ланцюгових критичних реакцій, обсягами небажаних катастрофічних контактних відношень у будь-яких погодних умовах.

Список літератури

1. Баранов Г.Л. Телекомунікаційні технології на транспорті/Г.Л. Баранов, П.Р. Левковець. – К. : НТУ 2007. – 448с.
2. ISO 9000 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2005, IDT, ДСТУ ISO 9000:2007).
3. ISO 31000:2009 Risk management – Principles and guidelines.
4. ISO / IEC Guide 51 Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards.
5. ДСТУ ISO Guide 73:2013 Керування ризиком. Київ, Мінекономрозвитку України, 2014. – 13с.

A.A. Ziganshin, V.M. Sineglazov, D.Sc.,
(National Aviation University, Ukraine)

Measurement system for vertical axis wind turbine

The measurement system for the vertical axis wind turbine is presented. The rotation speed is measured using a digital tachometer. The torque measurement is performed using the force transducer. The anemometers of wind tunnel are used to measure the incoming wind speed. The efficiency and the torque coefficient are calculated.

Structure of the measurement system for the vertical axis wind turbines (VAWT) is defined from the previous experience of the authors [1, 2] taking into account available specific conditions and ways of measuring the aerodynamic characteristics of VAWT in subsonic wind tunnels (WT).

The goal of these tests is to characterize the performance of various structure of hybrid wind turbines, blade geometries and pitch angles to identify the superior variant of those considered, and to produce data which would be used as the foundation for the design of an electrical generator. In order to accomplish this goal the tests conducted in WT were focused on collecting the following rotor performance data.

1. Rotational speed and mechanical torque generated by the turbine.
2. Tests for all the turbine variants.
3. Torque and power curves for all the turbine geometries at predetermined wind speeds and pitch angles. These curves are produced from the rotational speed and torque data collected in database.
4. Calculate torque coefficient and efficiency (power coefficient) versus tip speed ratio (TSR) for each turbine variant.

The measurement system for VAWT is shown in Fig. 1. It consists of the wind turbine, the digital tachometer and the force transducer.

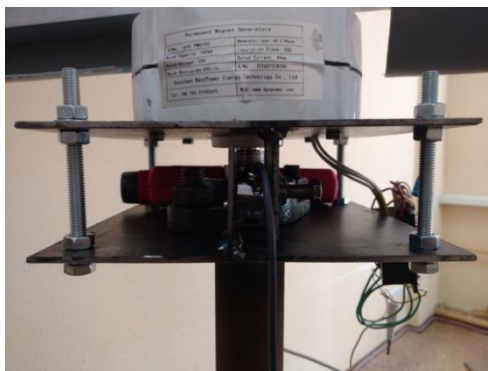


Fig.1. Measurement system for VAWT

The block diagram which shows the interconnections between functional blocks of the measurement system is shown in Fig.2.

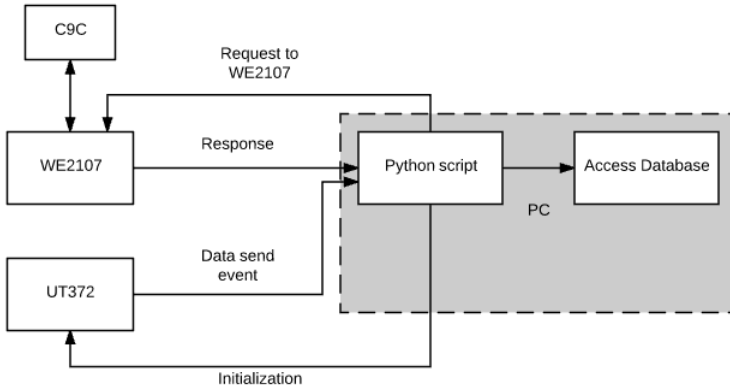


Fig.2. Block diagram of devices set

The rotation speed n (rpm) is measured using a digital tachometer UT372 (Fig.3) arranged with an interface USB cable. The tachometer has an output range of from 0 to 9999 rpm with an accuracy of 0.04% and it is attached outward to the wind turbine. The sampling time of the data acquisition is 1 msec.



Fig. 3. Digital tachometer

The angular speed of rotation (rad/sec) is determined by the formula

$$\omega = n \frac{\pi}{30}.$$

The torque measurements are performed using the compact design compressive force transducer HBM C9C (Fig.4) with accuracy class 0.2, nominal (rated) forces from 0 to 100N. The force transducer is configurable with different cable lengths, is of rustless materials, has high rigidity, particularly suited for dynamic and static measurement tasks. Due to the high fundamental frequency, C9C is also suitable for very fast measurements with the sampling time of the data acquisition of 1 msec.



Fig.4. Force transducer HBM C9C

Indicator panel HBM WE2107 (Fig.5) for pressure sensor HBM C9C. WE2107 weighing indicators are an amplifier for connection to strain gage load cells or scales. The load cell signal is amplified and digitally converted; all further processing steps then follow digitally in a microprocessor.



Fig.5. Indicator panel HBM WE2107

The torque Q ($N \cdot m$) of VAWT is obtained by multiplying the friction force from the brake by the arm radius.

$$Q = \frac{F \cdot r}{1000} g,$$

where F is the force obtained from the transducer ($gram$);

r is the radius where the force F is applied (m);

g is the acceleration of gravity (m/sec^2).

The power P (W) of the VAWT is obtained by multiplying torque and angular speed of rotation

$$P = Q \cdot \omega.$$

where F is the force obtained from the transducer ($gram$);

r is the radius where the force F is applied (m);

g is the acceleration of gravity (m/sec^2).

The anemometers of WT are used to measure the incoming wind speed U_{∞} (air speed). The outlet of WT was divided into several sections in order to measure the wind speed in each section to obtain the average wind speed at the tunnel outlet with an accuracy of $\pm 1.5\%$.

The available power P_w (W) of the VAWT is the energy of flow through the cross section of swept area of VAWT

$$P_w = \frac{1}{2} \rho A U_\infty^3,$$

where ρ is the air density (kg/m^3);

A is the swept area of VAWT (m^2)

$$A = H \cdot D,$$

where H is the height of VAWT (m);

D is the diameter of VAWT (m).

Power coefficient C_p of VAWT is the ratio

$$C_p = \frac{P}{P_w}.$$

Calculate TSR

$$\lambda = \frac{\omega D}{U_\infty}.$$

The torque coefficient C_p is

$$C_Q = \frac{C_p}{\lambda}.$$

The rotation speed and compressive force are to be measured for each configuration tested and at several free stream mean velocities of from 1 to 15 m/sec which correspond to the definite Reynolds numbers based on the chord length of blades and the temperature of the incoming flow.

The static torque is measured at a fixed rotation angle and is averaged for ten seconds under a steady wind speed. This static measurements are repeated every 5 degrees of rotation angle.

The whole torque characteristics are obtained by changing the conditions of rotational speed and wind speed. No tunnel interference corrections are included.

Conclusions. The measurement system for the VAWTs is presented. The rotation speed is measured using a digital tachometer. The torque measurements are performed using the compact design compressive force transducer. The torque of VAWTs is obtained by multiplying the friction force from the brake by the arm radius. The anemometers of WT are used to measure the incoming wind speed. Then available power of the wind, the power, power coefficient, TSR and torque coefficient of VAWT are calculated.

References

1. Hayashi, T., Li, Y., and Hara, Y., Wind tunnel tests on a different phase three stage Savonius rotor. JSME International Journal, Series B: Fluids and Thermal Engineering, 48(1): 9–16, 2005.
2. Nakajima, M., Iio, S., Ikeda, T., Performance of double step of Savonius Rotor for environmentally Friendly hydraulic turbine, Journal of fluid mechanics and technology, 2008, Vol. 3, N°3, pp-430–438.

H.B. Mirzokulov (Samarkand branch of the Tashkent University of Information Technologies, Uzbekistan)

B.U. Akmuradov (Tashkent University of Information Technologies, Uzbekistan)

Developing model for traffic classification with DPI technologies

In solving many problems with traffic classification in data networks have to deal with the problem of the choice of method. Accounting for these uncertainties in practical problems and its implementation as the automation of a process is an urgent problem today. Studied the most commonly used classification methods, created a simulation model classifies traffic according to several parameters.

As the experience of the leading service providers, the best solution of this task is to manage customer traffic at the application level. The method is based on deep packet inspection technology (Deep Packet Inspection), which allows the heuristic or signature analysis to identify the traffic of different applications.

Deep packet inspection (DPI) builds on earlier networking capabilities that afforded more limited insight into the contents of what Internet subscribers were receiving and transmitting. DPI appliances can be programmed to analyze and act on header and payload information in real time, often in such a way that it is not apparent to subscribers that their network operator is monitoring, mediating, or modifying data transmissions. The capacity to act on data transmissions in such a totalizing way makes the technology capable of adapting to a series of different use cases and associated practices. These appliances can be used to moderate the flow of certain kinds of traffic, such as those linked with voice over Internet protocol or peer-to-peer transmissions, or they can intentionally identify and block traffic linking those kinds of services.

Traffic classification with DPI technologies is a preliminary and essential step for achieving stable network service provision and efficient network resource management. In this dissertation work, we describe various design options to improve the processing speed of traffic classification in designing a payload signature-based classification system, and we describe choices we made for designing our traffic classification system.

Deep Packet Inspection (DPI) is the state-of-the-art technology for traffic classification. According to the conventional wisdom, DPI is the most accurate classification technique. Consequently, most popular products, either commercial or open- source, rely on some sort of DPI for traffic classification. However, the actual performance of DPI is still unclear to the research community, since the lack of public datasets prevent the comparison and reproducibility of their results. This paper presents a comprehensive comparison of 6 well-known DPI tools, which are commonly used in the traffic classification literature. Our study includes 2 commercial products (*PACE* and *NBAR*) and 4 open-source tools (*OpenDPI*, *L7-filter*, *nDPI*, and *Libprotoident*). We studied their performance in various scenarios (including packet and flow truncation) and at different classification levels (application protocol, application and web service). We carefully built a labeled

dataset with more than 750 K flows, which contains traffic from popular applications. We used the Volunteer-Based System (VBS), developed at Aalborg University, to guarantee the correct labeling of the dataset. We released this dataset, including full packet payloads, to the research community. We believe this dataset could become a common benchmark for the comparison and validation of network traffic classifiers. Our results present *PACE*, a commercial tool, as the most accurate solution. Surprisingly, we find that some open-source tools, such as *nDPI* and *Libprotoident*, also achieve very high accuracy.

Network communication became the standard way of exchanging information between applications located on different hosts. The exchanged application-layer data is segmented and encapsulated into IP packets, which are transmitted through the network. Deep Packet Inspection (DPI) tools analyze the content of the packets by searching for specific patterns (i.e., signatures). Thus, DPI became one of the fundamental traffic analysis methods for many tools performing traffic classification, network management, intrusion detection, and network forensics.

Table 1

DPI tools included in our comparison

Name	Version	Released	Apps. identified
PACE	1.47.2	November 2013	1000
OpenDPI	1.3.0	June 2011	100
nDPI	Rev. 7543	April 2014	170
L7-filter	2009.05.28	May 2009	110
Libprotoident	2.0.7	November 2013	250
NBAR	15.2(4)M2	November 2012	85

TCP/IP Traffic Classification Based on Port Numbers. A new approach called TCP/IP Traffic Classification Based on Port Numbers is presented here. This approach is primarily based on the correlation between the transport layer’s port number and the corresponding application or group of applications. We further suggest that advanced classification models are used in combination with the port number based traffic classification. Future routers can provide different quality of service (QoS) to flows depending on the port number or range of port numbers they are using. A combination of multiple characteristics enables a router to select real-time flows and handle them with a higher priority. The hit-rate can be increased by using additional characteristics such as packet interarrival time distribution and packet size distribution in addition to the port numbers. Measurements of real-world traffic show the percentage of Internet traffic.

While IP addresses determine the physical endpoints of a network connection, port numbers determine the logical endpoints of the connection. Port numbers are 16-bit integers with a useful range from 1 to 65535.

Traffic Classification Methodology using PSS Signature. In this section, we describe the proposed traffic classification method after defining PSS and describing PSS characteristics to distinguish application traffic. In order to classify

application traffic, PSS signatures that are unique to each application are necessary. We define PSS signature mathematically and propose PSS signature generation method. After that, we describe the traffic classification method based on the PSS signatures. In this paper, PSS signatures are generated per individual application instead of application protocol. It can be utilized in a broad range of fields in comparison with previous methods that classify traffic into application protocol.

Traffic classification with Payload-based algorithms. This category includes all the classifying methods that need to access application layer payload to work. It is quite intuitive that if we can inspect application layer payload we can gain information about the proto col transported and therefore we can identify the type of traffic. But how to do that is the hard part. First of all we need some general considerations; usually an application proto col can be identified by reading application layer payloads from the first phases of a network transaction. For example, if we obtain a payload like this we can easily classify the session as HTTP traffic. So we do not need to inspect each packet of the flow for classifying. Usually the first request/response packet pair of a session is sufficient to classify the whole session. We can state that the first phases of any traffic flow are critical for payload-based algorithm.

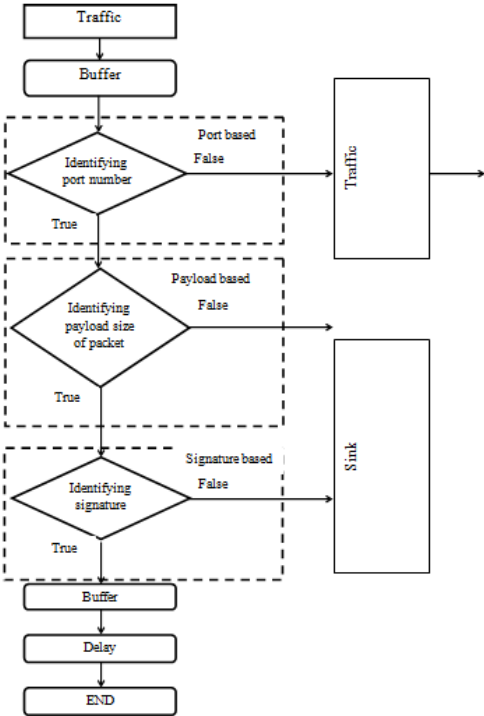


Fig. 1 Algorithm of traffic classification

Algorithm classification process is presented in Fig. 1. The algorithm consists of the following traffic data consisting of payload data and error data, whereby there is an attack on the communications system.

Our main goal is to identify the payload traffic. The next component is the virtual memory buffer, where packets are queued until the next phase of the device employed. Since the buffer data packets are sent straight to the traffic classifier where they are classified by three parameters of a data packet on the port number, the size of the payload and the signature of the package. That requirement is satisfied if the data packet is sent to the next stage where it is queued in the buffer and is serviced by the following devices (delay).

Using this algorithm we are in an environment simulation Any Logic 6.4.1 create a model of which is presented in Fig. 2.

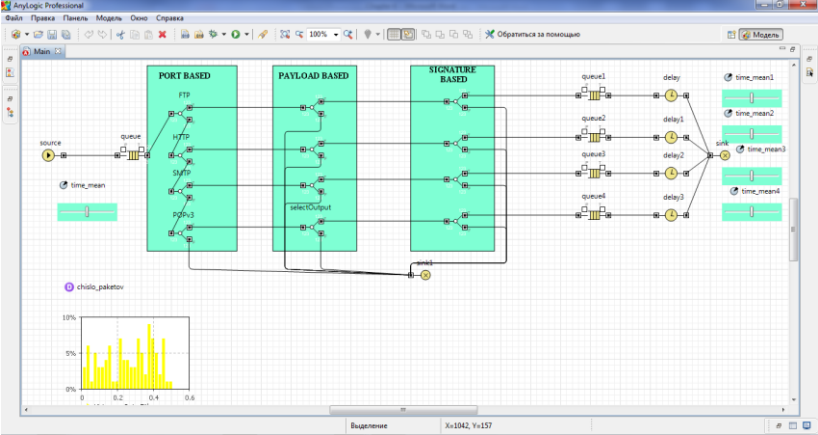


Fig. 2. Traffic classification model

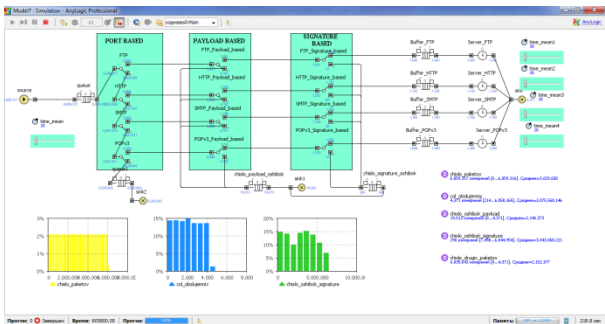


Fig.3. The results of the simulation model of the classifier



Fig. 4. Results of simulation

After all these settings, we can conduct a simulation of the system and get the simulation results. Simulation results are shown in Fig. 3.

Simulation results showed that the model works and the traffic data network are classified and distributed. The number of packets out-of element Source, is the number of packets received by the Sink element. From the first classifier out packets with different port number that does not satisfy the conditions in this particular case.

From the simulation model can be seen that as a result of traffic classification in the first place to save resources for maintenance, in the second service system is protected from threats and attacks, the third request processing takes less time. Accordingly submission service rate increases, and the degree of vulnerability of the service system grows at times.

The traffic classification based on DPI technology has shown good results in terms of accuracy and reliability. Applications coming in for servicing device are reduced at times, it provides a fast service system works. During classification identifies and removes the threat, which provides additional protection.

References

1. Tomasz Bujlow, ValentínCarena-Español, Pere Barlet-Ros. "Independent Comparison of Popular DPI Tools for Traffic Classification". Computer Networks, 2014.
1. M. Zhang, H. Zhang, B. Zhang, and G. Lu. Encrypted Traffic Classification Based on an Improved Clustering Algorithm. In Trustworthy Computing and Services, volume 320 of Communications in Computer and Information Science, Berlin, 2013.
2. Alshammari R. and Zincir-Heywood A.N. Can encrypted traffic be identified without port numbers, IP addresses and payload inspection? Computer Networks, 2011.
3. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1", Addison-Wesley, Reading, MA, 1994.

*S.P. Borsuk, PhD, I.V. Krivenko
(National Aviation University, Ukraine)*

Augmented reality as a learning medium

This work is dedicated to the problems of augmented reality as a piece of modern technology that combines real and virtual worlds by fusing them together and adding new information. It mainly focus on the possibilities of using augmented reality in the sphere of education.

Microcomputers and their spin-offs at the moment have firmly taken the position in household appliances, although some time ago their field of application was limited by machine-tool construction and advanced technology systems (both military and civilian). Such intensity of new technologies introduction allows us to assume its further active development and expansion of application field, and that's what we can witness in the exhibitions of scientific achievements worldwide. One example of such an implementation of the latest microprocessor-based stations in the ordinary everyday things is augmented reality glasses. The information output method was borrowed from the military aviation and the theme is that requested information is displayed on a transparent display. A pilot in a combat situation, for example, can avoid looking at the instrument panel, thereby saving precious seconds. In everyday life, it will be possible to obtain information about the monuments of architecture, attractions and directions in real time without the distraction of other gadgets like mobile phone or tablet computer.

The possibilities of using augmented reality are huge: visualizing georeferenced models of building projects in architecture; complicated tasks such as assembly, maintenance, and surgery can be simplified by inserting additional information into the field of view. For instance, markers can be shown on parts of a system to show operating order for a mechanic who is operating with machinery or preparing for repairs; in solving problems, caused by accidents, calamities, for aircraft search and rescue missions augmented reality can provide aerial camera operators with a geographic awareness of forest road names and locations blended with the camera video.

As for this work, it will focus on augmented reality algorithms and work order functional scenarios, used for education, as there is no fundamental solution available for it.

Lecture, as one of the main forms of education in secondary education and above, is a form of oral presentation of educational material. Because the material is presented in a concentrated, in a logically consistent form, the lecture is the most economical way to transfer educational information.

Depending on the method of implementation, there are several types of lectures: information, problem, lecture-visualization, binary lecture, provocative lecture, and conference lecture, but the focus here will be on the information lecture as it is most applicable for use with AR units.

The objectives of the main part of the lecture is focused on the disclosure of the content of the theme, presentation and specification of its key concepts and

positions, on the analysis of phenomena, links, relationships. Visualization of this part has the most potential, regardless of students' specialization. Engineering students have the opportunity to observe the real model of the device, its component parts, examples of its assembly/disassembly process, where appropriate, examples of the most frequent problems and their solutions; in biological specialties, students are able to use the visualization model with the possibility of interaction - featuring external condition changes when you change life parameters of the of the body, examples of medical procedures and/or health care. Chemists can observe the physical reactions of substances and models of molecular reactions.

The content of practice study is to find a solution to all sorts of problems, including professional (analysis of work situations, the decision of situational production tasks, the execution of professional functions in business games, etc.), perform calculations, estimations, drawings, work with measuring devices and equipment, appliances, regulation guides, guidance materials, reference books, compiling the design, planning and creating other documentation, including special documents.

At the practice lessons students acquire initial professional skills, which will continue to be proved in the course of writing the course work, working on production (professional) practice.

While working with augmented reality, you have to remember that virtual images can and must be based on real objects ("frames") for better understanding by listener of component interactions, their position and correlation on the workspace, etc. This way we can say that all existing objects in our workspace at the hierarchical distribution are based on two main "root" groups: "real objects" and "virtual objects". Their correlation can be described in such a way:

- Real object exists before the virtual one
- Real object is the foundation, on which the creation, modification and deletion of virtual object from workspace (basing on the coordinates of its key points) is based on.
- Virtual object complements the real object, giving it complex functions, which it didn't or couldn't have (e.g. with the reference point for a pendulum after adding virtual thread and some load makes this point not just regular axis, but the rotation axis of some physical body of a point).
- Each virtual object can be described as one of three main groups of virtual objects: active objects, passive objects and interactive objects.
- Virtual object, whose functionality and parameters are similar to the real model, is the passive object. It doesn't actively interact with or change the workspace. It can interact only if activated by another element – active or interactive.

Active object differentiates itself from passive object by the fact, that it exists for some purpose, carries out some function, changing its parameters (coordinates, state, etc.) during virtual modelling. It can interact with other objects, changing their characteristics, but it couldn't be interacted with directly. The example can be water (water level) in a pool during problems regarding Archimedes' law. Water level increase has its influence on the workspace, but user can't control it.

Interactive object is similar to both active (has some function in itself, can change its own parameters) and passive (can't change parameters of other objects),

however, it can be changed at the user's discretion. As an example, we can create a model of electrical circuit. We can change its structure by adding/removing some of its components, change their parameters (power, voltage, resistance, etc.) and their state (toggle the switch, push the button).

Also, active objects can be conditionally differentiated into demonstrative and influencing objects. Demonstrative objects don't change parameters of other objects, but only their own. As an example, we can take a model of living organism in biology/anatomy classes. We can show changes to internal and external organism parameters after changing some of its parameters, or, possibly, even show operation and emergency health care procedures. Influencing objects except their main function – demonstration of active model, its processes and the change of its characteristics, are created for activation other objects. As an example, we can present a model of physical and chemical reactions on the chemistry lessons. In some cases, influencing objects couldn't have their own demonstrative information, and even could lack a virtual model, but could be just presented as invisible links and to be a so-called, scenario language, or scripts.

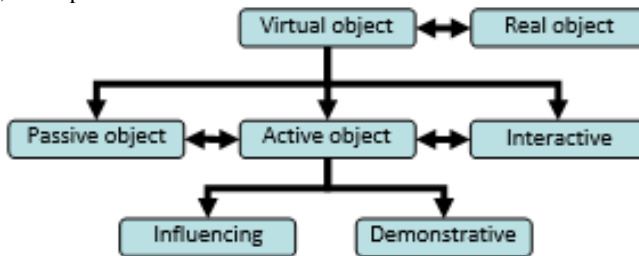


Fig. 1. Hierarchical block-scheme of virtual objects

This work investigated the possibilities of using augmented reality in education and main possible examples of applying it to the main education methods were put together.

References

1. M. Dengzhe, J. Gausemeier, X. Fan, M. Grafe, "Virtual reality & Augmented Reality in Industry" Springer Berlin Heidelberg, Berlin 2011
2. M. Chang, W. Hwang, M. Chen, W. Müller, "Edutainment Technologies. Educational Games and Virtual Reality" Springer Berlin Heidelberg, Berlin 2011
3. W. Guang, L. Alem, M. A. Livingston, "Human Factors in Augmented Reality Environments" Springer New York, New York 2013

*M. P. Mukhina, PhD, A. P. Prymak, A.M. Babeniuk
(National Aviation University, Ukraine)*

Marginalized particle filter of UAV navigation data

UAV motion with camera on board has been conducted and photos have been captured from it. Photos have been processed by OpenSurf method, with the help of which feature points has been detected, filtered and compared with previous image. Result of research shows that with help of comparing of two neighboring images we can reconstruct relief above which UAV flew.

The nonlinear non-Gaussian filtering problem consists of recursively computing the posterior probability density function of the state vector in a general discrete-time state-space model, given the observed measurements. Such a general model can be formulated as

$$x_{t+1} = f(x_t, w_t) \quad (1)$$

$$y_t = h(x_t, e_t) \quad (2)$$

Here, y_t is the measurement at time t , x_t is the state variable, w_t is the process noise, e_t is the measurement noise, and f, h are two arbitrary nonlinear functions. The two noise densities p_{w_t} and p_{e_t} are independent and are assumed to be known.

The posterior density $p(x_t | Y_t)$ where $Y_t = \{y_i\}_{i=0}^t$ is given by the following general measurement recursion:

$$p(x_t | Y_t) = \frac{p(y_t | x_t) p(x_t | Y_{t-1})}{p(y_t | Y_{t-1})} \quad (3)$$

$$p(y_t | Y_{t-1}) = \int p(y_t | x_t) p(x_t | Y_{t-1}) dx_t \quad (4)$$

and the following time recursion:

$$p(x_t | Y_t) = \int p(x_{t+1} | x_t) p(x_t | Y_t) dx_t \quad (5)$$

initiated by $p(x_0 | Y_{-1}) = p(x_0)$. For linear Gaussian models, the integrals can be solved analytically with a finite dimensional representation. This leads to the Kalman filter recursions, where the mean and the covariance matrix of the state are propagated.

The filter should include all 27 states, which effectively would prevent application of the particle filter. More generally, as soon as there is a linear sub-structure available in the general model this can be utilized in order to obtain better estimates and possibly reduces the computational demand. The basic idea is to partition the state vector as

$$x_t = \begin{bmatrix} x_t^l \\ x_t^n \end{bmatrix} \quad (6)$$

Where x_t^l denotes the state variable with conditionally linear dynamics and x_t^n denotes the nonlinear state variable.

To detect interest points, SURF uses an integer approximation of the determinant of Hessian blob detector, which can be computed with 3 integer operations using a precomputed integral image. These can also be computed with the aid of the integral image.

In SURF, square-shaped filters are used as an approximation of Gaussian smoothing. Filtering the image with a square is much faster if the integral image is used, which is defined as:

$$S(x, y) = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y I(i, j) \quad (7)$$

The sum of the original image within a rectangle can be evaluated quickly using the integral image, requiring four evaluations at the corners of the rectangle.

SURF uses a blob detector based on the Hessian matrix to find points of interest. The determinant of the Hessian matrix is used as a measure of local change around the point and points are chosen where this determinant is maximal. Given a point $p=(x, y)$ in an image I , the Hessian matrix $H(p, \sigma)$ at point p and scale σ , is defined as follows: $H(\rho, \sigma) = \begin{pmatrix} L_{xx}(\rho, \sigma) & L_{xy}(\rho, \sigma) \\ L_{xy}(\rho, \sigma) & L_{yy}(\rho, \sigma) \end{pmatrix}$ (8)

Where $L_{xx}(\rho, \sigma)$ etc. are the second-order derivatives of the grayscale image.

The box filter of size 9×9 is an approximation of a Gaussian with $\sigma=1.2$ and represents the lowest level (highest spatial resolution) for blob-response maps.

Consider the example of a system consisting of one or two cameras and three-dimensional space of a point M . Some space forms the point M on the projected images $m1$ and $m2$. If you know the internal and external characteristics of the stereo system, you can restore the position of the point M in the three-dimensional space. Determination of compliance between the projections $m1$ and $m2$ for all pixels a stereo pair of images is a key task stereophotogrammetry, as well as one of the most studied problems in computer vision. The value of $d = x_2 - x_1$ is the parallax of the projection of the point M on the stereo pair images. This value is also called the disparity. An ordered set of values for all pixels' parallax stereo pair is called depth map. In the prior art stereo correspondence problem finding it may have different names, such as "the establishment of pixel correspondences on stereo pairs", "identification of corresponding pixels' stereo image", "identification of pixels' stereo" and others.

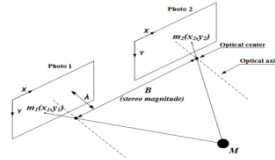


Fig. 1. The model of formation of a stereo pair of images

The main practical goal of the search pixel correspondences on stereo pairs - obtaining a three-dimensional model of the projection space, embodied in the two pictures. For the model of the formation of a stereo pair of images, presented in the introduction, the equality:

$$Z = f - \frac{f \cdot B}{x_2 - x_1} = f - \frac{f \cdot B}{d} \quad (9)$$

where f – camera focal length, B – stereo magnitude (the distance between photo points), $d = x_2 - x_1$ – the difference in the ordinate corresponding pixels in the images of the stereo pair, Z – the distance from the shooting plane to the point of the space M .

The motion of UAV which was flying above one of the Kyiv region was performed. Camera was fixed to UAV and after flight execution we have got a full flight video as well as navigation log with such parameters as latitude, longitude, GPS altitude, velocity, ground speed, acceleration, angular acceleration, barometric altitude, roll, pitch, yaw. The following figure shows the flight path of UAV and chosen segment of trajectory:



Fig. 2. Flight path of UAV and chosen segment of trajectory

We have chosen a segment of the whole trajectory with constant height and velocity.

The task is to compute the height as well as data about relief of the ground UAV flies over with the help of comparing images captured from video using SURF method. There was only 1 camera on board so we had to compare two frames, which are chosen with some constant time interval in order to use stereo pair technique of image depth obtaining.

So we have selected 10 pairs of images with 1 sec interval. Following figure represents two photos, which was computed.



Fig. 3. Pair of compared images

With the help of SURF method 12125 feature points were detected. All points are shown in Fig.4.

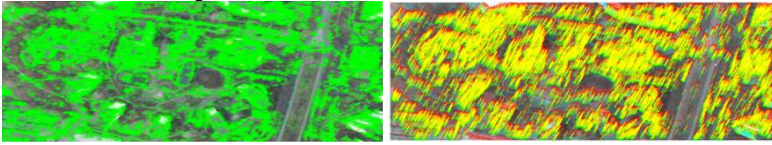


Fig. 4. Tracked feature points

Feature points were found on both photos and on the following figure we can see how points were tracked from frame to frame. Now we are ready to reconstruct relief we are flying above as well as obtain height. In following figure we can see reconstructed 3D terrain with shown positions of camera.

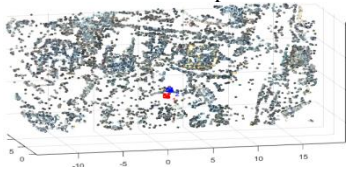


Fig.5. Reconstructed relief

Next figure shows the heights of 50 random points on image.



Fig.6. Height of 50 random points

From the last it is clear that UAV is flying on average height ~ 360 m. Also we can see that if point lies on building the height value differs a lot from average. It is natural, because algorithm defines distance to points not only on the ground, but on the buildings as well.

In order to verify if height determination is true we used GPS altitude from navigation log. It shows altitude above sea level, so we just subtracted ground elevation (in this region ground elevation equals 160 m) from GPS altitude and received height. In the following figure we can see the graphs of height calculated by program and height obtained from navigation log.

From the last figure it is clear that height calculated by program has to be filtered. So we applied marginalized particle filtering algorithm. During particle filtering a priori data was taken from satellite and calculated data from stereoscopic measurements. Particle filtering gave us level of reliability to each new calculated value. As a result more accurate value of height has been obtained.

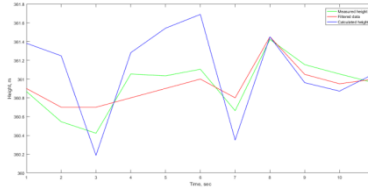


Fig.7. Filtered height

As we can see in Fig.10 filtered value of height is more close to measured one and we can say that marginalized particle filter works well. In order to see the difference in error between true and filtered heights we would like to represent the following figure:

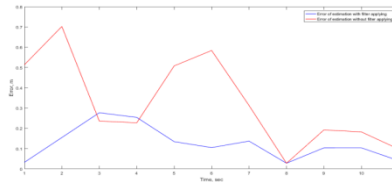


Fig.8. Errors of estimation

It is obvious from figure above that error of estimation with filter applying is significantly less than error of estimation without filter applying.

Conclusions

The marginalized particle filtering block has been realized on practice by filtering data received from video which was recorded from UAV flying under one of the Kyiv regions. Height of UAV was defined by comparing two images taken with 1 sec interval simulating stereo pair technique with the help of SURF method. The relief UAV was flying above was reconstructed as well. Errors of estimation were also computed by comparing calculated height and height received from navigation log.

Program has been developed and researched in Matlab programming language. Program was successfully tested; results of program execution can be considered as reliable. Block can be implemented in unmanned vehicles development.

References

1. Thomas Schön, Fredrik Gustafsson and PerJohanNordlund, Marginalized Particle Filters for Mixed Linear/Nonlinear State-Space Models, 2005. . – P 2279-2289.
2. Sebastian Thrun, Dieter Fox, Wolfram Burgard, Probabilistic Robotics, 1999-2000. – P 477.
3. Francisco José Curado Mendes Teixeira, Terrain-Aided Navigation and Geophysical Navigation of Autonomous Underwater Vehicles, 2007. – P 131.

Measurement converter which uses an iteratively integrating conversion method

Generalized structural scheme of the measurement converter which uses iteratively integrating conversion method is described. Analysis of its conversion equation and errors was produced. Basic expressions for the calculation are listed. It is shown that the conversion equation for the steady state does not depend on the conversion coefficients of direct circuit blocks, which affect only a dynamic quality of converter that allows you to set low requirements to the said block at high precision converter as a whole.

Introduction. As known, automatic control is widely employed in many technological information systems, in particular, in automated process and moving object control system to perform operations not feasible for a man because of the necessity of processing a large amount of data in a limited time; it is also used to increase the productivity of labor and the quality and accuracy of regulation and to free men from controlling systems that operate under conditions which are relatively inaccessible or hazardous to health.

In the technological information systems related to the collection, processing and transmission of information measuring converters are essential. The metrological parameters of the entire measuring system are often largely determined by the metrological parameters of these measuring converters. The achievement of linearity of their functions transformation is very important for measuring converters application in such systems, and consequently for independence of static transformative characteristics from value of transformed quantity. Reduction of level of error measuring converters often plays a decisive role in solving the problem of creation of information systems such as technological automated information-measuring systems, technological automated control systems, pattern recognition, diagnosis or identification. It is provided by using special materials, application of special technology of its production or special design of converter elements performance (usage of more qualitative elements, application of screens, thermostats, etc.) [1]. But this not always allows achieving the needed linearity of transfer function with sufficient accuracy.

Problem statement. In some cases by means of the measuring converters the transformation of one electric value into another is performed. Such values, for example, can be a DC voltage, current, capacitance, resistance and code. The measuring converter the output value of which is the code and the input value is an analog electric value is known as Analog-to-Digital converter (ADC). Measuring converters, the input value that is the code and the output value is an analog electric value, known as Digital-to-Analog converter (DAC). Both measuring converters ADC and DAC have a wide application in information-measuring systems. They are some of the main blocks of almost any automated measuring system. Reduction of

level of the errors of ADC and DAC are very important for improving the metrological parameters of such systems.

Very often high conversion accuracy of measuring converters is provided by using special materials, application of special technology of its production or special design of converter elements performance [1], but this not always allows achieving the needed linearity of transfer function with sufficient accuracy.

Among the many methods of increasing the accuracy of measuring converters structural methods are very important [1]. Structural methods of improving the accuracy include use of circuits in which it is possible to eliminate or reduce the influence of some of the errors most unstable blocks and elements for the total error of the device. A significant place among structural methods to increase the accuracy of measuring converters occupy iterative methods of error correction based on a well-developed in mathematics the theory of iterative methods.

At the same time, the measurement technique is very widely used various integrating converters, due to their advantages such as high accuracy, noise immunity and sensitivity, simplicity, reliability, low cost, etc.

Combining methods of integrating conversion and additive iterative correction of errors has generated a method called by the author [2; 3] iteratively integrating conversion method and devices using this method – iteratively integrating converters (IIC). Many of iteratively integrating converters [4] possess high metrological parameters.

An analysis of the generalized structural scheme to improve the parameters of the device, which are developed.

Solution of the problem. Simplified generalized structural scheme of iteratively integrating converter shown in Fig. 1, which was offered by the author in work [2]. Here in the simplest case X is the input value; Y is the output value; OC is output converter, BC is back converter; K_{BC} is transfer coefficient of BC; SW1 and SW2 are switches, SH is sample-and-hold device; T_1 is time interval of integration of the input variable X ; T_2 is time interval of integration of the value βY . The values of T_1 and T_2 , along with X are input values.

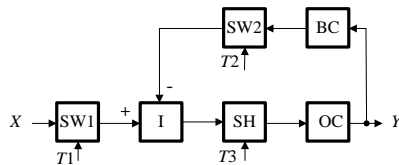


Fig. 1. Simplified generalized structural scheme of iteratively integrating converter

The work comes in cycles. Each cycle is a step of iteration. It consist of the integration time T_1 by integrator I of variable X through a non-inverting input, integration time T_2 by integrator I of variable $K_{BC}Y$ through an inverting input and memorizing by the sample-and-hold device SH of the integrator output value upon receipt at the end of the cycle of strobe T_3 . This value enters through the output converter OC to output of converter during the subsequent conversion cycle.

Without dwelling on the details of the dynamics of the iterative process of establishing an output value that were discussed in detail in [2; 3; 4; 5; 6], we indicate only that after a few cycles of the transition process ends and the converter output value is given by

$$Y = \frac{T1}{T2\beta} X.$$

From this expression, which is an equation of the conversion of the simplified generalized structural scheme of iteratively integrating converter, it follows that the steady-state output value does not depend on the transformation coefficients of direct circuit blocks I, SH and OC (K_I , K_{SH} and K_{OC} respectively).

Another variant of the simplified generalized structural scheme is shown in work [7].

In general, the input and output values of IIC, and input and output values of the integrator, the sample-and-hold device and output converter may be of various nature. Thus, for example, integrable values may be [8] the electric current, voltage, the oscillation frequency, the angle of the shaft rotation, the angular or linear displacement, velocity or acceleration of the displacement, force or moment of forces, the stream of solid, liquid or gaseous substance, electrical energy, radiation flux, etc. The outputs of the integrators can also be very diverse. For electrical integrators the output signal can be voltage, current, or charge; for pneumatic integrator with an input value given by the air flow or gas, the output value is the volume of gas or pressure in the accumulator, and if the input signal is in the form of pressure pulses the output value is the counter readings; output of electronic or electromechanical integrators with different input signals can be counter readings, current or voltage; mechanical integrators to the input source in the form of a solid or liquid flow substances are output volume or weight of incoming substances; mechanical integrators with elastic elements are output displacement proportional to the integral of the rate of deformation of the elastic element; in electrochemical integrators the output value is a change of state of the electrodes by passing electric current through them, in the formation of a solid, liquid or gaseous phase in areas near of electrodes due to the electrochemical reactions, thus the total mass of the extracted substances is proportional to the quantity of electricity passing through the integrator, etc. etc.

As a result of the above, IIC in the general case should have additional units performing the intermediate conversion of physical values, as well as large-scale converters of various physical values. More complex generalized structural scheme of IIC proposed in work [4] and containing these blocks, is shown in Fig. 2.

The input values are X , $Z1$ and $Z2$, and the output value – Y . The circuit consists of two parts. The first part contains the blocks that perform basic functions: integrator I, sample-and-hold device SH, switches SW1 and SW2 switches. The second part contains auxiliary converters – CV_X , CV_{Z1} , CV_{Z2} , CI_1 , CI_2 , CO_1 , CO_2, \dots , CO_m , BC, inverter INV, adder ADD, having transfer coefficients, respectively, K_X , K_{Z1} , K_{Z2} , K_{CI1} , K_{CI2} , K_{CO1} , $K_{CO2, \dots}$, K_{COm} , β , K_{INV} , K_{ADD} .

The work of the converter is carried out cyclically. In each cycle the integration is performed of the input variable X , which is coming to an integrator I

through blocks CV_X , $SW1$, CI_1 , INV , ADD and CI_2 for a time $T1$, a predetermined by input value $Z1$; the integration is performed of the input variable Y , which is coming to an integrator I through blocks BC , $SW2$, CI_1 , INV , ADD and CI_2 for a time $T2$, a predetermined by input value $Z2$, or the integration is performed of the input variable Y , which is coming to an integrator I through block CV_{Z2} for a time $T2$, a predetermined by output value Y (in this case, the output value of the back converter BC is interval time); and sampling (for short time interval $T3$) the output value of integrator I by sample-and-hold device SH . The resulting output value Y is unchanged for a subsequent cycle of operation.

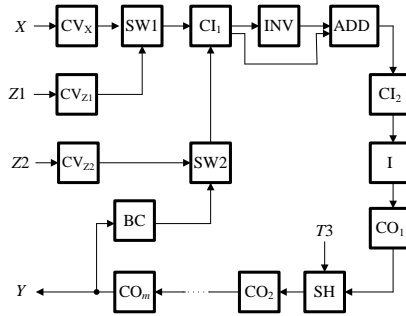


Fig. 2. A generalized structural scheme of iteratively integrating converter

Let us analyze the generalized scheme, considering all the blocks of an ideal, that is, for the case where the transfer coefficients of all the blocks are constant. This makes it possible to analyze the operation of the converter depending on the input values.

The following cases are combinations of input and output values:

- X , $Z1$, $Z2$, and Y are constant values;
- $X = X(t)$ is variable value; $Z1$, $Z2$ and Y are constant values;
- X , $Z1$ and $Z2$ are constant values, $Y = Y(t)$ is variable value;
- $X = X(t)$ and $Y = Y(t)$ are variable values, $Z1$ and $Z2$ are constant values.

Let us analyze the case where the X , $Z1$, $Z2$ and Y are constant values. (Analysis of the converter for other cases combinations of input and output values as well as the analysis taking into account the imperfection of all its blocks will be devoted the following publications of the author). Let us assume the output value $Y = Y_0$. Let one of the input values change abruptly. For the n -th cycle after such a jump can write an expression for determining an output value in the form of

$$Y_n = XK_X Z1 K_{Z1} \prod_{i=1}^m K_i + Y_{n-1} Q, \quad (1)$$

where $Q = 1 - Z2 K_{Z2} \beta \prod_{i=1}^m K_i$; m is covered by the feedback number of direct chain

blocks CO_1, CO_2, \dots, CO_m ; i is block number of direct chain blocks; $i = \overline{1, m}$.

Expression (1) represents an inhomogeneous linear differential equation of the first order, which, as known, it can be solved, for example, using the Z-transform. A result we get

$$Y_n = XK_X Z1K_{Z1} \prod_{i=1}^m K_i \sum_{j=1}^n Q^{j-1} + Y_0 Q^n, \quad (2)$$

where j is the serial number of the conversion cycle (after considered a jump of the input variable), $j = \overline{1, n}$.

Another, more obvious, by solving the equation (2) is the following. Equation (1) can be used as a recursion formula, for which a number (2) is constructed directly. The strictness such solution is proved by the method of mathematical induction. Because simplicity is the proof here will not be considered.

Expression (2) represents a sum of a geometric progression which converges on condition $|Q| < 1$, and decreases at performance of the same conditions, a member $Y_0 Q^n$. Using known for a geometric progression formulas and recurrence formula (2), we write the expression for the output value of the converter at the end of the first conversion cycle after considered a jump of the input variable in the form of

$$Y_1 = XK_X Z1K_{Z1} \prod_{i=1}^m K_i + Y_0 Q, \quad (3)$$

at the end of the second conversion cycle –

$$Y_1 = XK_X Z1K_{Z1} \prod_{i=1}^m K_i (1 + Q) + Y_0 Q^2, \quad (4),$$

at the end of the n -th conversion cycle –

$$\begin{aligned} Y_1 &= XK_X Z1K_{Z1} \prod_{i=1}^m K_i \sum_{j=1}^n Q^{j-1} + Y_0 Q^n = \\ &= \frac{XK_X Z1K_{Z1}}{Z2K_{Z2}\beta} (1 - Q^n) + Y_0 Q^n, \end{aligned} \quad (5),$$

in steady state ($n \rightarrow \infty$):

$$Y_\infty = \lim_{n \rightarrow \infty} Y_n = \frac{XK_X Z1K_{Z1}}{Z2K_{Z2}\beta}. \quad (6).$$

This expression represents the conversion equation of converter in static (in steady state), and the expression (2),..., (5) reflect the dynamics of the transitional process of establishing the output value after a sudden change of input value.

From equations (2) and (6) we can write the expression for determining the relative error caused by the finite conversion time ($n \neq \infty$), in the form of

$$\gamma_n = \frac{Y_n - Y_\infty}{Y_\infty} = -\frac{\Delta Y Q^n}{Y_\infty},$$

where $\Delta Y = Y_\infty - Y_0$, as well as an expression to determine the number of cycles at which this error becomes less than the specified:

$$n = \left\lfloor \frac{\ln \left| \frac{\gamma_n U_\infty}{\Delta U} \right|}{\ln |Q|} \right\rfloor + 1.$$

The square brackets indicate that we take the integer part of the value of the expression in these brackets.

It follows from the above considerations that the speed of the transient process higher, if the Q value is closer to zero. The condition $Q = 0$ is the condition for the maximum speed the transitional process, which in this case ends in one cycle.

From these equations, which describe the formation of the output value of the iterative converter, and consideration of converter operation in each cycle can be stated as follows. In the device is carried the conversion with the iterative additive correction of conversion error [1], in which as a test signal using the output value of the device. The error correction in the converter is iterative, because the output value step by step through closer to a predetermined steady-state value. The error correction in the converter is also additive, because the correction is entered by summing, which is performed using an integrator.

Conclusion. From the analysis follows that as a result of an iterative additive error correction in an measurement converter which uses an iteratively integrating conversion method which was examined the conversion equation for the steady state does not depend on the conversion coefficients of direct circuit blocks (K_{CI1} , K_{CI2} , K_{CO1} , K_{CO2}, \dots , K_{Com} , K_{INV} , K_{ADD}), which affect only a dynamic quality of converter that allows you to set low requirements to the said block at high precision converter as a whole.

References

1. Yu. Tuz. The Structural Methods of Improving Accuracy of Measuring Devices, manual, Kyiv. Vyshcha Shkola, 1976 (in Russian).
2. Yu. Tuz, I. Sergeyev. "An iterative converter of time interval to the voltage", "Measurement Equipment", no 7, pp. 15–17, 1976 (in Russian).
3. I. Sergeyev. "Analysis of the ADC with a dynamic integrator", "Measurement Equipment", no 6, pp. 38 – 40, 1976 (in Russian).
4. I. Sergeyev. Research and Development of Integrating Measurement Converters with the Iterative Additive Correction of Errors, Ph. D. (Engineering) Thesis, Kyiv Politechnical Institute, Kyiv, Ukraine, 1978 (in Russian).
5. V. Gubar, I. Sergeyev, V. Fediv. USSR Patent 661,525, G 06 G, 7/26, 05.05.79. bull. 17 (in Russian).
6. I. Sergeyev. "Generalized Structural Scheme of the Measurement Converter Using an Iteratively Integrating Conversion Method", IEEE: 2016 4th Int. Conf. "Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC), Proc., – October 18–20, 2016: – K., 2016. – P. 210–213.
7. V.S. Gutnikov, A.V. Klementiev. "Performance improvement integrating analog-to-digital converters, carried out along a closed structure. Measurement converters": Interuniversity collection of proceedings. Vol. 1. Omsk Polytechnic Institute, 1975 (in Russian).
8. V.M. Plotnikov, V.A. Podreshetnikov, L.N. Teteriatnikov. Integrating measuring instruments. M., "Mashinostroenie", 1977 (in Russian).

Normalized indirect indicators of the quality of automatic control systems

Considered normalized indirect indicators of quality of stabilization systems of inertial control objects and methods of their calculation with the help of frequency responses.

Introduction. Stabilization system of inertial control objects allow to achieve the specified accuracy only at high quality of control processes. The problem is solved with the optimum combination of design parameters of systems and rational choice of their exploitational adjustments.

During the design and calculations of systems the quality of the control processes is usually evaluated according to their frequency characteristics. The basis for this is the relationship between the quality of the transitional process, caused by the special impact, and the frequency characteristics of the system. The transient response of the closed-loop system can be calculated on the basis of one of the Fourier integrals:

$$H(t) = \frac{A_m(0)}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{A_m(\omega)}{\omega} \sin[\omega t + \varphi(\omega)] d\omega ;$$

$$H(t) = P(0) + \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{Q(\omega)}{\omega} \cos \omega t d\omega ;$$

$$H(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{P(\omega)}{\omega} \sin \omega t d\omega ,$$

where $A_m(\omega)$ -amplitude, $P(\omega)$ -real and $Q(\omega)$ -imaginary frequency characteristics of the closed-loop system.

For the real technical systems control signals and external disturbances have a random character. As a consequence the frequency characteristics are used only for indicative opinions about the quality of the system. Some interest, in our opinion, represents the evaluation of the quality of stabilization systems of inertial control objects by normalized indirect indicators.

Solution of the problem. The indirect quality indicators can include: stability margins in modulus and phase, stability margin in frequency and indicator of oscillatority. Each of indirect quality indicators, taken separately from the others, does not allow to do definitive conclusions about the character of the control processes. Only using multiple indirect indicators, you can clearly see the properties of a closed-loop automatic control system.

Stability margins in modulus and phase are determined by the frequency characteristics of the open-loop system, which can be obtained by calculation or experimentally. Figure 1 shows the method of determining the stability margins in modulus and phase on the basis of direct amplitude-phase frequency characteristic (APFC) of the open-loop system $W_{op}(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$. Margin in modulus is

Figure 3 shows the method of determining the stability margins in modulus and phase on the basis of inverse APFC of the open-loop system

$$E_{op}(j\omega) = \frac{1}{W_p(j\omega)} = U_E(\omega) + jV_E(\omega).$$

In this case, the stability margin in modulus accepted to estimate with the help of value $h_E = U_E(\omega)|_{V_E(\omega)=0} - 1$.

$$\text{Since } U_E(\omega) = \frac{1}{U(\omega)|_{V(\omega)=0}}, \text{ then we have } h_E = \frac{h}{1-h} = \frac{G_b(\omega) - G}{G}. \quad (2)$$

Equation (2) defines the relationship between the values of stability margins in modulus h and h_E .

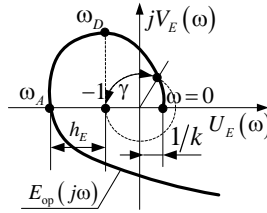


Fig. 3 Determination of the stability margins in modulus and phase on the basis of inverse APFC of the open-loop system

Determination of stability margin in phase on the basis of inverse $E_{op}(j\omega)$ APFC is performed fundamentally as well as on the basis of direct $W_{op}(j\omega)$.

Stability margins in modulus and phase can be calculated by using the direct logarithmic characteristics of an open-loop system [2].

Figure 4 shows the stability region of stabilization system of inertial control object, in which identified six possible operating points. For these points were calculated and plotted inverse frequency characteristics $E_{op}(j\omega)$ of open-loop systems. Characteristics are shown in figure 5

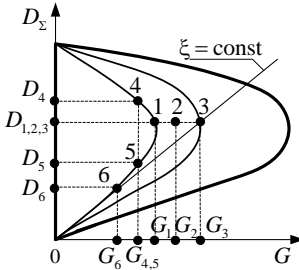


Fig.4 The stability region

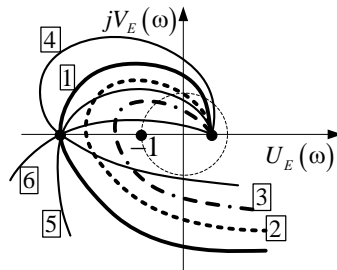


Fig.5 Inverse APFC of the system for different operating points

Comparison of characteristics 1,2 and 3, obtained when damping is constant $D_{1,2,3}$ and stiffness is variable $G_3 > G_2 > G_1$, make it possible to conclude that increasing the stiffness of the system decreases its stability margins in modulus and phase.

Analysis of the characteristics of 4,1,5 and 6, constructed for different combinations of stiffness and damping, but with a constant value of stability margin in modulus, shows, that with increasing damping stability margin in phase increases, reaching a maximum value near high frequency stability border (point 4).

Considering the characteristics of the system, that correspond to operating points 2 and 6, which provide the same value of a tracking error, come to the conclusion, that increasing stiffness reduces the stability margin of the system in modulus and increases its phase margin.

Conclusions should be considered while choosing the operational adjustments of stabilization systems.

It should be noted that, for the stabilization system, the transfer function of which has in the numerator polynomial of the operator, it is impossible to make conclusions about the quality of control only on the values of stability margins in modulus and phase. Perhaps such a combination of parameters of the system in which quality evaluation may lead to incorrect conclusions. That is why the evaluation of the quality should always be carried out simultaneously by several indicators. As additional indicators can be a stability margin in frequency and an indicator of oscillatory.

Let us denote as ω_D the frequency, which corresponds to the value $U_E(\omega) = -1$ of the real part of the feedback APFC of the open loop system and denote as ω_A the frequency which corresponds to the point of intersection the inverse APFC with abscissa axis (see Figure 3). Ratio $\nu = \omega_D / \omega_A$ will be called the stability margin of the system in frequency.

If we shall put on the stability border (Figure2) the frequencies of fluctuations occurring in the system, then the intersection of the line AG_A with the stability border determines the frequency ω_D , and the intersection of the continuation the line $D_A A$ with the stability border gives the value of the frequency ω_A .

Thus, each of the ratios $\nu = \omega_D / \omega_A$ determines one operating point in the stability region and its corresponding inverse APFC (Figure 5). Experience in analysis and design of automatic control systems shows that the margin of stability in frequency should be chosen equal to $\nu = 0,4 - 0,6$.

An indicator of oscillatory M is the ratio of the maximum oscillation amplitude the output quantity of the closed-loop system to the amplitude of the output signal when $\omega = 0$ $M = A_m(\omega)_{\max} / A_m(0)$.

When $M < 1$ transient processes occur in the system without overshoot. When $M > 1$ there are oscillatory processes, and overshoot and regulation time with increasing the indicator of oscillatory are increased. Amplitudes $A_m(\omega)_{\max}$ and

$A_m(0)$ are usually determined by the amplitude-frequency characteristics of a closed-loop system.

If the stabilization system is under the influence of the control signal $r(t)$, then the indicator of oscillatory can be determined graphically with the help of APFC of the open-loop system. Taking into account that in the case considered $A_{mr}(0) = 1$, we have

$$M_r = A_{mr}(\omega) = \sqrt{\frac{U^2(\omega) + V^2(\omega)}{[1 + U(\omega)] + V^2(\omega)}}.$$

The last expression can be written as the equation of the circle

$$\left[U(\omega) - \frac{M_r^2}{1 - M_r^2} \right]^2 + V^2(\omega) = \frac{M_r^2}{(1 - M_r^2)^2}.$$

The radius of this circle is equal $\left| \frac{M_r}{1 - M_r^2} \right|$ and the center is located on the

real axis of the complex plane $U(\omega) \rightarrow jV(\omega)$ at a distance $\frac{M_r^2}{1 - M_r^2}$ from the origin. Consequently, the locus of points on a plane $U(\omega) \rightarrow jV(\omega)$, corresponding to a constant value of indicator of oscillatory is a circle.

Specifying different values of indicator of oscillatory, we can construct a family of circles $M_r = \text{const}$. When $M > 1$ the centers of the circles are located on the left, while $M < 1$ - on the right from axis of ordinates. When $M = 1$ the circle degenerates into a straight line parallel to the imaginary axis $jV(\omega)$ and located on the left from it in the distance $1/2$. Family of circles is shown in Figure 6.

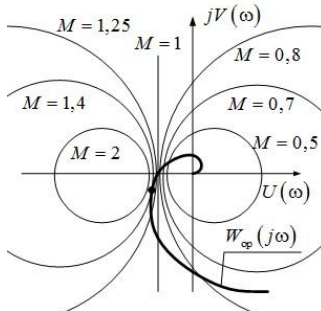


Fig. 6 Determination of indicator of oscillatory with the help of direct APFC

If we shall lay the characteristic $W_{op}(j\omega)$ of the open-loop system on the received nomogram, then the circle $M_{ri} = \text{const}$ tangent to the APFC, will show the

value of the indicator of oscillatory of the corresponding closed-loop system, that is working under the influence of the control signal.

Nomogram $M_{ri} = \text{const}$ allows by APFC of the open-loop system to determine the amplitude frequency (AFC) characteristic of the corresponding closed-loop system that is working under the influence of the control signal. Knowing the frequencies of intersection points APFC of the open-loop system with the circles $M_{ri} = \text{const}$ and considering that $M_r = A_{mr}(\omega)$, we can construct characteristic $A_{mr}(\omega)$.

Indicator of oscillatory M_r is quite simple determined and by reverse APFC of the open-loop system.

Method of determining the indicator of oscillatory with the help of inverse APFC is shown in Figure 7.

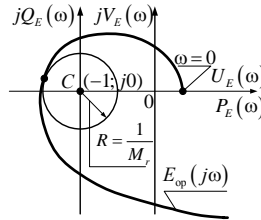


Fig. 7 Determination of indicator of oscillatory with the help of inverse APFC

For providing good quality of the transitional process the oscillatory indicator should be selected in the range $M = 1,2 - 1,5$.

Conclusions. For the most complete preliminary evaluation of quality the control in the stabilization systems of inertial objects should be used simultaneously several indirect indicators. But even in this case of assessment will be approximate and should be checked by calculation of the transient response or with the help of modeling the system.

References

1. Ablesimov, A. K.; Bardon, L. V. "Stability borders and regions of stabilization systems". Electronics and Control Systems. Kyiv, NAU. 2014. No.4(42). pp. 54-57.
2. Ablesimov A. K. "On the influence of design parameters of ACS on their stability". AVIA-2007. Materials VIII ISTC. Kyiv, NAU. 2007. T.II. pp. 22.1-22.5.

A.P. Kozlov, PhD, V.R. Mykolaichuk
(National Aviation University, Ukraine)

Airborne measuring device of centrifugal aircraft accelerations

In this work it was established that the structural, functional and schematic circuit of centrifugal acceleration measuring device has been developed, separate elements of the scheme has been calculated and power lines sensitive condenser element has been modelled.

The level of safety of air travel in Ukraine is not up to the mark. The introduction into service of qualitatively new expensive large passenger aircraft greatly exacerbated the problem of security in both the economic and the social aspects. The problem of safety despite rapid technological progress in the field of aircraft, has become in our time of exceptional social urgency. today the Ukrainian aviation industry should be modernized in line with European standards of airports and aircraft will greatly enhance safety and air transportation volumes Ukrainian airlines and bring a new level.

Sometimes there is a displacement of the centre of mass of the aircraft, due to violations of the rules of his loading, spontaneous movement of cargo, fuel system failures and asymmetries out of fuel from the tanks, cargo reset, etc. To balance the aircraft in flight using fuel pumping fuel gauge readings, but objectively the lateral displacement of the centre of gravity is not controlled. On some types of aircraft automatic alignment is set. Shifting the centre of gravity along the transverse axis by locating of cargo and passengers is small because of small compared to the wingspan of the transverse dimensions of passenger cabins and cargo compartments. Therefore, for greater safety of flight the stability and controllability of the aircraft and minimal error centring machine requires objective control of lateral displacement of the aircraft's centre of gravity.

Centring the aircraft is one of the main flight safety tools. Indeed, thanks to the correct centring proper planning and analysis enplaned on a flight, increasing the efficiency of cargo and mail transportation, fuel economy, reducing the company's costs in aircraft ground handling are performed.

Balancing, stability and controllability are considered relatively to plane axes OX, OZ and OY respectively called transverse, longitudinal and directional. Since the movement of the aircraft relative to the longitudinal axis and the normal are closely linked, they studied together and called a lateral movement. With this in mind, balancing, stability and controllability are divided into longitudinal and lateral.

To carry out various modes of flight (take-off, landing, turn) it is required the aircraft to be balanced, i.e. the external forces acting on the aircraft, must be balanced. Thus, the ability to balance the aircraft in flight is the first and one of the most important requirements to aircraft in piloting. Development of automated detection system of canter of mass will help to solve this problem, in addition significantly improve the process of piloting of aircraft, increase his controllability and reduce the burden on the pilot.

To solve this problem, it is encouraged to develop the measuring device of centrifugal acceleration, which is based on liquid pendulum with capacitive angle transducer.

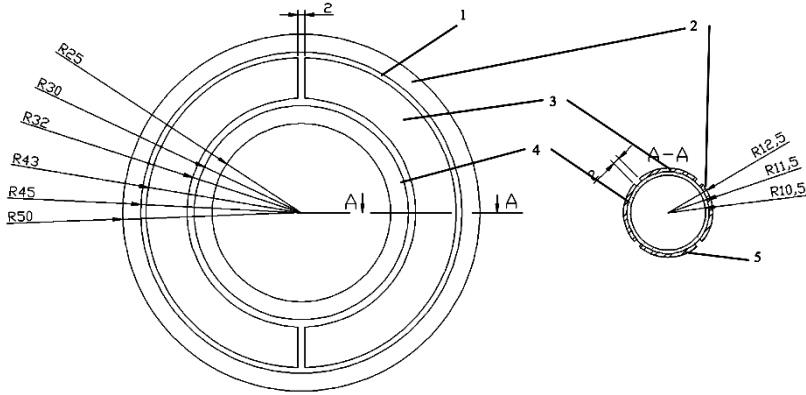


Fig.1. Structural scheme of airborne measuring device of aircraft centrifugal accelerations, where 1 – hollow glass torus field in half with water; 2, 4 – grounded electrodes; 3 – high potential electrode divided in half; 5 – low potential electrode.

For better understanding of device principle of action let us consider the problem of centre of mass of the airplane in flight mode determination. It can be implemented with the help of pendulums 1 and 2 located in the tail and the nose of the aircraft. This is possible because when you turn the aircraft around any axis there is a centrifugal force.

$$F_c = \frac{mV^2}{l} \quad (1)$$

Under the influence of the centrifugal force pendulum is deflected by an angle alpha (Fig. 2.). As we consider the rotational motion, we find the relationship between the linear velocity V and angular ω . The dependence is expressed by the following formula:

$$V = \omega l \quad (2)$$

Substituting this equation into previous, we obtain an expression for the centrifugal acceleration force:

$$F_c = m\omega^2 l \quad (3)$$

By definition tangent of angle is:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_c}{P} \quad (4)$$

Then dependence of change of angles alpha 1 and alpha 2 has the form:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{F'_c}{P} = \arctg \frac{\omega^2 (l_1 + x) \cos \theta}{g} \quad (5)$$

$$\alpha_2 = \arctg \frac{F'_c}{P} = \arctg \frac{\omega^2 (l_2 - x) \cos \theta}{g} \quad (6)$$

Knowing how and in how many degrees the angles α_1 and α_2 will change, we can determine the change in the centre of mass of the airplane in flight mode. The centre of mass displacement can be determined by the value $\Delta\alpha$.

$$\Delta l = l_1^T - l_2^T = \frac{\Delta\alpha \cdot g}{\omega^2 \cos \theta} \quad (7)$$

Where l_1^T and l_2^T is the radius of rotation, distance from the device 1 and 2 respectively to OY axis, and Θ is the pitch angle.

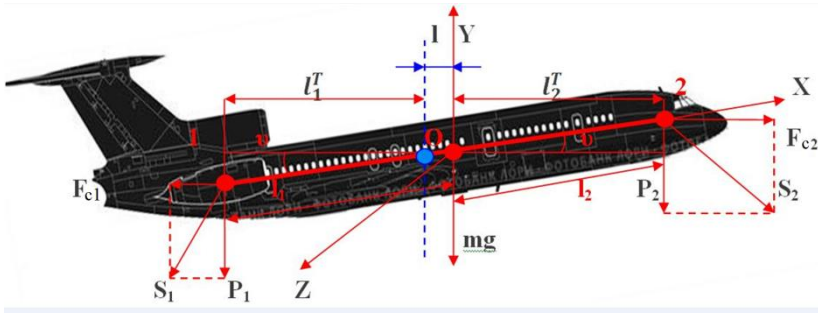


Fig. 2. Devices placement.

However, it can be seen from the formula that the magnitude of centre of mass displacement will also affect the speed and pitch angle. For this reason, the range of angles measured pendulum must be much greater than the change in the angle in the presence of centrifugal acceleration in order to obtain full measurement information in any position of the aircraft.

Sensitive capacitor element used in the device is made of 4 electrodes which form a square cross-section. One pair of opposite electrodes connected to the measuring circuit, and the other pair of opposing electrodes grounded. This design creates a cross-coupled capacitor. When cross couples are equal then, according to Lempard theorem, capacity of such capacitor depends on its size that, is its length. Changing the cross-sectional area at a constant sensor length does not change its capacitance value.

The capacitive transducer consists of four electrodes. One is low-potential and the other high-potential electrode, and two others are grounded. The resulting capacity is supplied to a measuring bridge where it is converted into a voltage and applied to amplifier.

The cross-section of the electrode system remains invariant along the axis of the four electrodes. In the inter-electrode space two guard electrodes, perfectly aligned with the circle axis of the capacitor cross-section define the electrical length of the capacitor. In a two-step measurement procedure, the capacitances of the opposite pairs of electrodes are measured before and after the movement of liquid change the capacitance of guard electrode by a distance L .

$$\Delta C = \varepsilon_0 (Ln2 / \pi) \Delta L \quad (8)$$

Since the electrode arrangement is symmetrical, the two opposite cross capacitances are equal and the Lampard theorem allows the calculation of the capacitance variation corresponding to the mean of cross capacitances increases, ΔC , from the simple relation (8).

In this work there were raised the question of flight safety, namely shift of the centre of mass of the aircraft under unpredictable circumstances. So there was created airborne measuring device of centrifugal aircraft accelerations, and construction of device was developed.

References

1. Thompson A.M., Lampard D.G. "A New Theorem in Electrostatics and its Application to Calculable Standards of Capacitance". —Nature, 1956. — vol. 177. —p. 888.
2. A. P. Kozlov, O. V. Melnikov, Yu. N. Kemenjash The system of airplane centre-of-mass position-finding in the flight mode / 1990-5548 Electronics and control systems. 2011. №4 (30).
3. Gournay P., Fletcher N., Robertsson L., Stock M. Progress on the Thompson-Lampard calculable capacitor project at BIPM // Gournay, P. et. al. / 17th International Congress of Metrology. EDP Sciences, 2015. — p. 12001.

Н.С. Ащепкова, канд. техн. наук, доц.
(Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Україна)

Система керування моделлю транспортного робота

Розглянуто імітаційне моделювання системи керування транспортного робота на основі Arduino Uno. Виявлені особливості руху моделі транспортного робота в обмеженому робочому просторі («шахова дошка») з довільним, заздалегідь невідомим розміщенням перешкод.

Транспортні роботи використовуються для міжцехових переміщень деталей на виробництві, або для дослідження навколишнього середовища у шкідливих та небезпечних умовах. Робот, як керована машина має наступні властивості [1]:

- *універсальні можливості*, тобто здатність виконувати різні механічні дії в реальному просторі.

- *адаптивність* до зовнішнього середовища, тобто здатність самостійно пристосовуватися (змінювати свою стратегію, кінематичну конфігурацію, траєкторію або параметри руху) залежно від змін робочого простору.

В [2] перелічені завдання системи керування та навігації мобільного транспортного робота: контроль руху по небезпечній траєкторії в обмежених просторах та навігація робота при відсутності даних від зовнішніх джерел навігації (наприклад, при відмові системи позиційної корекції на основі GPS).

В [3] автори підкреслюють доцільність використання фотоелектричних датчиків у системах керування і навігації транспортними роботами, що діють в умовах обмеженого робочого простору.

В [4] автори визначають особливості руху колісних транспортних роботів: відсутність бокового зносу; малі діапазони змін кутів крену та тангажа робота; незалежність кутової швидкості навколо вертикальної осі робота від кутових швидкостей навколо інших осей; мала швидкість руху робота.

Моделі, алгоритми і методи керування промисловими роботами базуються на результатах імітаційного моделювання. В [5] наведено результати розробки адаптивної системи керування робота-навантажувача на базі Lego Mindstorms NXT.

Таким чином, розробка системи керування моделі транспортного робота є актуальною науково-прикладною задачею.

Постановка задачі. Модель транспортного робота реалізована у вигляді чотирьохколісного візка з системою керування на основі Arduino. Рух здійснюється у обмеженому робочому просторі («шахова дошка») з довільним, заздалегідь невідомим розміщенням перешкод. Мета керування - переміщення вантажу з точки старту до точки фінішу, з одночасним визначенням заборонних ділянок де розташовані перешкоди. Таким чином система керування під час руху накопичує «знання» та оптимізує траєкторію.

Мета дослідження розробка системи керування на основі Arduino Uno для імітаційного моделювання руху транспортного робота у невизначених умовах робочого простору.

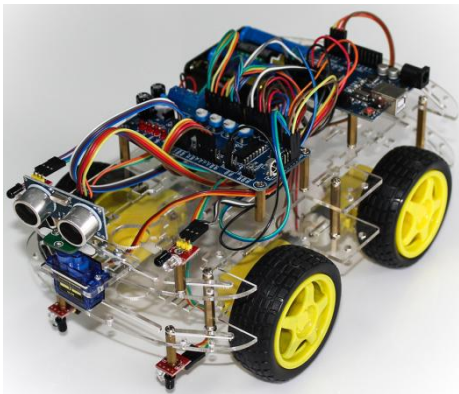


Рис.1. Модель транспортного робота

Для вдалого розв’язання поставленої задачі необхідно розробити стратегію руху моделі. Існуюча елементна база дозволяє здійснювати орієнтацію в робочому просторі, пошук перешкод, обрання безпечного маршруту та транспортування об’єкту в задану ділянку (або точку) робочої зони. Додаткова умова вибору стратегії руху – наявність перешкод у деяких ділянках робочої зони, критерій оптимальності – швидкодія.

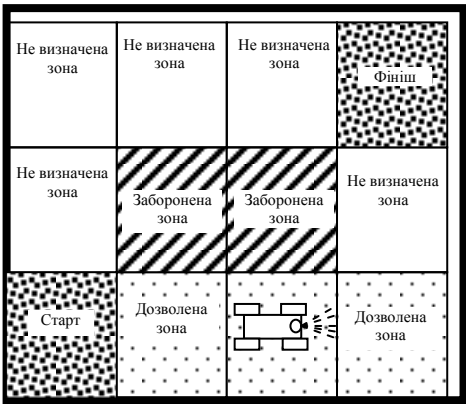


Рис.2. Стратегія руху транспортного робота

Для розробки алгоритму керування робочий простір уявляємо у вигляді кінцевої множини квадратних ділянок, схожих на шахову дошку. Моделювання перешкод здійснюється розміщенням кеглів на деякі ділянки

робочого простору.

Для підвищення швидкодії необхідно скоротити час, який витрачається на аналіз інформації з датчиків, планування і дотримання траєкторії руху. Система керування має бути надійною, а стратегія руху – простою.

Алгоритм роботи системи керування передбачає виконання декількох функцій:

- визначення напрямку від точки старту до точки фінішу;
- запит датчиків у пошуку перешкоди (кегли) в наступній клітинці,
- аналіз сигналу відгуку,
- аналіз напрямку та відстані до фінішної точки,
- аналіз та розрахунок потужності, обертаючого моменту та часу витримки для приводів коліс,
- здійснення переміщення,
- запит датчиків для аналізу розташування робота у межах робочої зони,
- обрання найкоротшого маршруту у межах робочої зони,
- транспортування об'єкту.

Висновки. Виконано імітаційне моделювання системи керування транспортного робота на основі Arduino Uno. Розроблено стратегію руху, представлено блок-схему алгоритму роботи системи керування моделі транспортного роботу.

Список літератури

1. Куафе Ф. Взаимодействие робота с внешней средой / Ф. Куафе. – М.: Мир, 1985. – 285 с.
2. Алёшин Б.С. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / Б.С. Алёшин, К.К. Веремеенко, А.И. Черноморский. – М.: Физматлит, 2006. – 424 с.
3. Слепокуров Ю.Р. Система навигации промышленного транспортного робота / Ю.Р. Слепокуров, В.В. Пешков // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия: Электроника. Радиотехника. – Воронеж: ВГТУ. - 2012.- № 12 (3). – С.15-18.
4. Черноножкин В.А. Система локальной навигации для наземных мобильных роботов / В.А. Черноножкин, С.А. Половко // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – Санкт-Петербург: – 2008, №57, С. 13 – 22.
5. Ащепкова Н.С. Розробка адаптивної системи керування моделі робота-навантажувача на базі Lego Mindstorms NXT / Н.С. Ащепкова // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков: – 2015, №5/6 (25), С. 45 – 48.

*В.С. Богущевський, д.т.н., проф., О.А. Антонець, аспірантка
(Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», Київ)*

Визначення дефектів у виливках на гнучкій автоматичній ділянці лиття під тиском

Незважаючи на високу механізацію виробничих ділянок лиття під тиском (ЛПТ), та встановлення сучасних систем керування первинний контроль якості виливка здійснюється оператором машини візуально. При цьому повертаються на переплавку до 15 % виливків. При обслуговуванні одним ливарником декілька машин ЛПТ, візуальний контроль виливків суттєво знижує продуктивність. Крім того, ливарник не в змозі з однаковою точністю визначати зовнішні дефекти виливка, а тим паче внутрішні дефекти такі, як пористість, неметалеві включення та усадочні дефекти. Тому одним з напрямів розвитку замкнутих систем керування є включення до них контурів виявлення, як поверхневих так і внутрішніх дефектів виливків, без прямого втручання людини.

В теперішній час основні зусилля дослідників направлені на створення систем керування окремими машинами ЛПТ, при цьому перевага надається інформаційним системам програмного управління. В замкнутому режимі працюють окремі контури (регулювання температури металу і форми, тиску пресування, швидкості прес-поршня) [1]. При цьому важко забезпечити необхідну якість відливок в першу чергу із-за відсутності автоматичного зворотного зв'язку.

Для автоматизованого контролю якості виливків поряд з машиною ЛПТ був встановлений маніпулятор[2]. Автоматичний робот-маніпулятор може бути прямого і зворотного затиску, що робить його більш зручним у використанні.

Керування роботами базується на контролерах, що підтримують безліч інтелектуальних функцій, наприклад інтегрована система технічного зору і система захисту.

Робот-маніпулятор (рис.1) вилучає виливок з прес форми, здійснює поворот кінцевика та направляє форсунки змашувача (розміщені на ньому ж) на обидві напів-форми. Протягом кількох секунд відбувається розпилення охолоджуючої емульсії на робочу поверхню прес-форми.

Після її охолодження, до необхідної температури та змашення, маніпулятор залишає простір між напів-формами та повертається в просторі таким чином, щоб виливок знаходився в робочому просторі дефектоскопа.

Сканування проводиться у двох площинах, та порівнюється з еталонним зображенням, що дозволяє в повній мірі визначити кількість та розміри дефектів.



Рис. 1. Робот-маніпулятор M-10iC.

Двоконтурний сканер (рис.2) призначений для автоматизованого контролю об'єктів зі складною геометрією. Він тримається за допомогою магнітних коліс на робочій платформі, забезпечуючи безконтактний аналіз виливка в будь-якому положенні. Дистанційне керування сканером здійснюється за допомогою регулятора сканування. У сканері встановлені сервомотори постійного струму, що забезпечують рух сканера по осі X і вишукувальних головок по осі Y. Дані зі сканера передаються до системи візуалізації дефектів IntraSpect, яка дозволяє накопичувати і зберігати інформацію. Також в склад системи візуалізації дефектів входить портативний електронний блок з кольоровим монітором, контролер, з'єднувальний кабель довжиною до 100м й інше допоміжне обладнання.

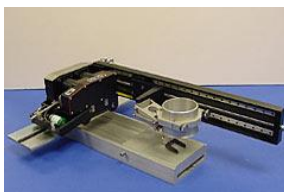


Рис. 2 Ультразвуковий автоматизований сканер AMDATA типу 5090

Оператор установки за допомогою клавіатури електронного блоку задає всі необхідні параметри контролю (бракувальний рівень, швидкість і напрямок переміщення сканера, тип об'єкта та ін.). Контролер служить для управління переміщенням автоматичного сканера. Інформація від датчика сканера надходить в електронний блок [3]. Результати обстеження об'єкта обробляються і графічно візуалізуються на моніторі в А, С, В і В'сkenaх з подальшою статистичною обробкою даних.

Паралельно з цим процесом відбувається зважування виливка на електронних вагах, що можуть бути розташовані, як на маніпуляторі так і слугувати платформою робочої зони сканера. При невідповідності виливка одній або декільком вимогам за вагою, наявністю дефектів, виливок маніпулятором переміщується до одного з двох контейнерів для якісних або бракованих виливків відповідно. За результатами контролю, що передаються та обробляються в обчислювальному комплексі, формуються керуючі впливи на параметри процесу для забезпечення відсутності можливих дефектів на наступному циклі.

Висновок

Автоматизований контроль якості в режимі реального часу дозволяє ідентифікувати дефекти в виливках та своєчасно здійснювати відбракування неякісних виливків. Дані, які отримані передаються до керуючого обчислювального комплексу, який в свою чергу здійснює керуючий вплив на параметри процесу для запобігання утворення дефектів, та збільшення виходу придатних виливків. Якщо на автоматизованому контролі дефектів не виявлено, процес продовжується в постійному режимі.

Список літератури

1. Филипенко Е.В., Карпенко В.М., Самарай В.П. Использование статистических методов анализа при мониторинге брака отливок в литейных цехах // Металл и литье Украины. – 2011. – № 5 (216). – С. 10 – 15.
2. <http://www.robomatic.ru/robots/roboty-fanuc/fanuc-ceriya-m-710ic>
Промышленные роботы и автоматизация производства.
3. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением голографических методов / В.Г.Бадалян, Е.Г.Базулин, А.Х.Вопилкин, и др.; под редакцией д.т.н., проф. А.Х. Вopilкина. – М.: 2008. – 280 с.
4. Голод В.М., Савельев К.Д. Теория, компьютерный анализ и моделирование литейных процессов // Литейщик России. – 2011. – № 2. – С. 13 – 16.

*В.С. Богушевський, д.т.н., М.В.Каленчук
(Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»,
Україна)*

Автоматизована система управління конвертерної плавки

Розглянутий принцип побудови моделі управління конвертерної плавки на базі “плавок позитивного досвіду”. Наведена структура замкнутої моделі керування й основні задачі, які вона вирішує. Проаналізоване практичне застосування запропонованого принципу на прикладі виконання деяких задач управління.

Основною задачею замкнутого режиму керування є ефективне керування киснево-конверторним процесом по ходу продувки, а саме дугтьовим, температурним та шлаковим режимами продувки. Замкнута система синтезує керування по відхиленню вихідних параметрів із забезпеченням відтворення протікання реакції зневуглицювання, процесу нагріву ванни та прискорення процесу шлакоутворення. Швидке розчинення попередньо непрогрітого лому викликає уповільнення шлакоутворення і десульфурації, а також із-за низької температури металу переокиснення ванни. Погіршення процесу шлакоутворення, особливо на початку продувки призводить до збільшення виносів і викидів металу із конвертора, заметалювання фурми і горловини конвертора. Тому замкнута система повинна забезпечити параметри для оптимального керування процесом [1].

Замкнуте керування процесом продувки базується на використанні статичної та динамічної моделей управління, які побудовані нами за допомогою поєднання детермінованих і статистичних методів. Замкнута модель керування конверторним процесом забезпечує [2]:

- розрахунок шихтовки плавки – витрат чавуну і лому на плавку відповідно заданих параметрів (маса рідкої сталі, хіманаліз та температура сталі), рекомендованої основності шлаку і кількості вапна на плавку, а також розрахунок шихтовки при фіксованих параметрах однієї із складових плавки (лома, чавуну, вапна);
- розрахунок кількості охолоджувачів на плавку та матеріалів, які вносять додаткове тепло;
- розрахунок необхідної кількості кисню на плавку;
- розрахунок тривалості продувки;
- розрахунок прогнозованої маси рідкої сталі;
- визначення стадійності основного періоду продувки плавки (з проміжним скочуванням шлаку чи без);
- визначення моменту закінчення продувки для проміжного скочування шлаку;
- розрахунок необхідної кількості феросплавів та легуючих елементів за видами.

Виконання даних функціональних задач вирішується завдяки побудові

відповідних математичних моделей.

До статичної складової замкнутої моделі відносяться всі моделі розрахунків, які виконуються до початку продувки (розрахунок металеві частини шихти, сипких матеріалів на плавку, кисню на звичайну плавку, розкислювачів), до динамічної – моделі зневуглючення, контролю температури, динамічного розрахунку прогнозованої маси сталі, модель додувки.

Модель побудована на принципі використання “плавки позитивного досвіду”. В основі математичного описання технології киснево-конверторної плавки лежить статичне управління плавкою, тобто розрахунок необхідних керуючих діянь до початку процесу продувки. Маючи вибірку траєкторій управління успішно проведених плавок ($\vec{U}_1[\tau], \dots, \vec{U}_n[\tau]$), можна говорити про виділення в реальній траєкторії управління $\vec{U}_i[\tau]$, двох складових: програмної частини $\vec{U}_{inp}[\tau]$ і додаткового управління $\vec{\Delta U}_i[\tau]$, пов’язаного як з неточним визначенням вихідного стану плавки, так і з дією перешкод. Звідси можна зробити висновок, що стратегія управління не може бути зведена тільки до детермінованої, а містить детерміновану частину по вибору програми і стохастичну для додаткових управляючих діянь.

Якщо представити траєкторію управління $\vec{U}_i[\tau]$ для кожної плавки позитивного досвіду, $i = 1, \dots, n$, у вигляді кусочно–неперервної кривої в багатомірному евклідовому просторі за допомогою одиничних ступінчатих функцій $1(\tau - \tau_i)$, то керуюче діяння $\vec{U}_{ij}[\tau]$, яке реалізується у вигляді постійних уставок, що по чергово змінюються у часі (витрати дугтя, відстань сопла фурми до рівня спокійної ванни), можуть бути виражені через одиничну ступінчасту функцію безпосередньо:

$$U_{ij}[\tau] = \sum_{k=1}^{n_j} a_{kj}^i \cdot 1(\tau - \tau_i), \quad (1)$$

де a_{kj}^i – величина уставки для $\tau \in [\tau_i, \tau_{i+1}]$; τ_i – момент зміни уставок.

Для керуючих діянь $\vec{U}_{ir}[\tau]$ у вигляді короткочасних імпульсів:

$$U_{ir}[\tau] = \sum_{k=1}^{n_j} b_{rk}^i \cdot S(\tau - \tau_i), \quad (2)$$

будемо розглядати їх як інтеграл по часу:

$$U_{ir}[\tau] = \int_{\tau_0}^{\tau_k} U_{ir}[\tau] d\tau. \quad (3)$$

Дві траєкторії управління $\vec{U}_i^*[\tau]$ і $\vec{U}_j^*[\tau]$ відповідно для i -ї і j -ї плавки вибірки порівнюють між собою за допомогою міри з векторною ваговою функцією:

$$\vec{H}(\vec{y}[\tau_0], \vec{x}, \tau) = [h_1(\vec{y}[\tau_0], \vec{x}, \tau), \dots, h_p(\vec{y}[\tau_0], \vec{x}, \tau)], \quad (4)$$

$$d(\vec{U}_i^*[\tau], \vec{U}_j^*[\tau]) = \sqrt{\sum_{v=1}^p \{h_v(\vec{y}_i[\tau_0], \vec{x}_v, \tau) \vec{U}_{iv}^*[\tau] - h_v(\vec{y}_j[\tau_0], \vec{x}_j, \tau) \vec{U}_{jv}^*[\tau]\} \frac{d\tau}{T}} \quad (5)$$

де τ – час, який відрховується від початку продувки; $T = \max\{(\tau_{ki} - \tau_{01}), (\tau_{kj} - \tau_{01})\}$.

Отримані відстані $d(\vec{U}_i^*[\tau], \vec{U}_j^*[\tau])$ між траєкторіями управління

відповідно для i -ї і j -ї плавок використовували для класифікації траєкторій управління на класи S_1, S_2, \dots, S_k так, щоб кожному класу S_i відповідали траєкторії управління $S_i \sim \{U_{i1}[\tau] \dots U_{ik}[\tau]\}$, які представляють собою реалізацію однієї програми управління $\overline{U_{lozm}}[\tau]$ з різними додатковими управляючими діями $\Delta \overline{U}_i[\tau]$. Цю умову можна виконати шляхом відповідного вибору функції маси, так щоб відстань між реальними траєкторіями управління було менше, чим відповідні відстані $d(\overline{U}_i[\tau], \overline{U}_v[\tau])$ для траєкторій, які реалізують різні програми управління.

Розглянемо реалізацію викладеного підходу при реалізації деяких задач моделі.

Модель розкислення. Необхідна маса розкислювачів розраховується за два етапи: розрахунок грубої і точної дози [3]:

$$m_{\phi c} = \frac{0,9(m_t + m_u)(R_c - R_m)}{b_R \cdot R_{\phi c}}, \quad (6)$$

де $m_t, m_u, m_{\phi c}$ – маса відповідно, лому, чавуну і феросплаву, т; $R_c, R_m, R_{\phi c}$ – вміст елементу відповідно в сталі, металі на повалці і феросплаві, %; b_R – коефіцієнт засвоєння елементу, %, який розраховується за формулою:

$$b_R = b_R^0 + \alpha_1(1/C_n^0 - 1/C_n) + \alpha_2(t_n - t_n^0) + \alpha_3(R_m - R_m^0), \quad (7)$$

де C_n – вміст вуглецю в металі на повалці, %; t_n – температура металу на повалці, $^{\circ}\text{C}$; індекс “0” – значення параметра на “плавці позитивного досвіду”.

Для розрахунку грубої дози розкислювачів використовуємо формулу (6), в якій вміст елементу в металі на повалці вважається рівним значенню цього елементу на вибраній “плавці позитивного досвіду” по продувці. Коефіцієнт засвоєння розраховується за формулою (8), в якій C_n і t_n – значення заданих параметрів після продувки. Розрахунок точної дози розкислювачів проводиться після отримання результатів хімічного аналізу металу в конверторі перед зливанням плавки.

При отриманні хімічного складу металу після розкислення проводиться розрахунок коефіцієнтів засвоєння елементів в плавці за формулою:

$$b_R^0 = \frac{0,9(m_d + m_u)(R_p - R_m)}{m_{\phi c} \cdot R_{\phi c}}, \quad (8)$$

де R_p – вміст елементу після розкислення, %; $m_{\phi c}$ – маса розкислювача для елементу R .

Модель додувки плавки. Розрахунок матеріалу для охолодження (вапна, вапняку) $m_{из}^{pд}$ і сумарних витрат кисню на додувку плавки $\Delta V^{pд}$ при визначенні вмісту вуглецю в металі хімічним аналізом проби на першій повалці ($C_{п1}$) чи другій ($C_{п2}$) або по газовому аналізу (C_r) при наявності “плавки позитивного досвіду” додувки описуються рівняннями:

$$m_{из}^{pд} = m_{из}^{0д} - k_1(\Delta t^{0д} - \Delta t^{pд}) + k_2(\Delta C^{0д} - \Delta C^{pд}); \quad (9)$$

$$\Delta V^{pд} = \Delta V^{0д} - [\varphi(C_m^0) - \varphi(C_m)], \quad (10)$$

де $m_{из}^{0д} \in m_{ик}, m_{и}$ – маса вапняку, вапна на охолодження на “плавці позитивного досвіду” при додувці, т; $\Delta V^{0д}$ – сумарний об’єм дуття на додувку, м^3 ; k_1, k_2 – умовно-постійні коефіцієнти; $\Delta t^{0д}, \Delta t^{pд}$ – зміна температури, що вимагається на “плавці позитивного досвіду” при додувці

необхідна, 0C , $(\Delta t^{0d} = t_{\text{п}}^0 - t_{\text{с}}^0, \Delta t^{\text{pd}} = t_{\text{п}} - t_3)$; ΔC^{0d} , ΔC^{pd} – зміна вмісту вуглецю в металі відповідно, яка вимагається на “плавці позитивного досвіду” при додувці необхідна, $\%$ ($\Delta C^{0d} = C_{\text{м}}^0 - C_{\text{с}}^0, \Delta C^{\text{pd}} = C_{\text{м}} - C_3$); $t_{\text{п}}^0$, $t_{\text{с}}^0, t_{\text{п}}, t_3$ – відповідно температура металу на повалці, кінцева на “плавці позитивного досвіду” при додувці і фактична, що вимірюється на повалці ($t_{\text{м}} \in t_{\text{п1}}; t_{\text{п2}}$) та задана маркою сталі; $C_{\text{м}}^0$, $C_{\text{с}}^0$, $C_{\text{м}}, C_3$ – відповідно вміст вуглецю в металі на повалці, кінцеве значення на “плавці позитивного досвіду” при додувці фактичне, що вимірюється на повалці ($C_{\text{м}} \in C_{\text{п1}}; C_{\text{п2}}$) чи визначене за допомогою газового аналізу $C_{\text{м}} = C_{\text{г}}$ і задане. Тут

$$\varphi(C) = \begin{cases} k_3 \cdot C_{\text{м}}, \text{ якщо } C \leq 0,1\%; \\ k_4 - k_5 \cdot C_{\text{м}}, \text{ якщо } C > 0,1\% \end{cases} \quad (11)$$

де k_3, k_4, k_5 – умовно-постійні коефіцієнти.

Положення фурми і витрати дуття на додувку встановлюються рівними їх значенню на “плавці позитивного досвіду” при додувці $H^{\text{pd}} = H^{0d}$, $v^{\text{pd}} = v^{0d}$.

При $m_{\text{из}}^{\text{pd}} \leq 0$ (холодна плавка) розраховуються приріст положення фурми ΔH^{pd} , м, що еквівалентний добавці вапняку (вапна), тривалість нагріву при додувці $\Delta \tau^{\text{pd}}$, хв., і сумарні витрати дуття на нагрів $\Delta V_{\text{н}}^{\text{pd}}$, м³, за формулами:

$$\Delta H^{\text{pd}} = \Delta H^{0d} - k_6(m_{\text{из}}^{\text{pd}} - m_{\text{из}}^{0d}), \quad (12)$$

$$\Delta \tau^{\text{pd}} = \Delta \tau^{0d} - k_7(m_{\text{из}}^{\text{pd}} - m_{\text{из}}^{0d}), \quad (13)$$

$$\Delta V_{\text{н}}^{\text{pd}} = \Delta V_{\text{н}}^{0d} + k_8(\Delta \tau^{\text{pd}} - \Delta \tau^{0d}) \quad (14)$$

де ΔH^{0d} , ΔH^{pd} – приріст положення фурми на “плавці позитивного досвіду” при додувці розрахункове, м; $\Delta \tau^{0d}$, $\Delta \tau^{\text{pd}}$ – тривалість нагріву при “на “плавці позитивного досвіду” при додувці розрахункова, хв; $\Delta V_{\text{н}}^{0d}$, $\Delta V_{\text{н}}^{\text{pd}}$ – сумарні витрати кисню на нагрів на “плавці позитивного досвіду” при додувці розрахункові, м³.

У випадку коли нагрів на “плавці позитивного досвіду” при додувці проводився з використанням вугілля, то його кількість визначається за формулою:

$$m_{\text{г}} = k_9 m_{\text{из}}^{\text{pd}}, \quad (15)$$

Розрахунок матеріалу для охолодження (вапняку $m_{\text{из}}^{\text{pd}}$) та сумарних витрат дуття на додувку плавки ΔV^{pd} при визначенні вмісту вуглецю в металі хімічним аналізом проби на повалці ($C_{\text{п1}}$ або $C_{\text{п2}}$) чи по газовому аналізу $C_{\text{г}}$ при відсутності “плавки позитивного досвіду” при додувці на попередній плавці описуються рівняннями:

$$m_{\text{из}}^{\text{pd}} = -k_{10} \cdot \Delta t^{\text{pd}} + k_{11} \cdot \Delta C^{\text{pd}}, \quad (16)$$

$$\Delta V^{\text{pd}} = \varphi(\Delta C^{\text{pd}}). \quad (17)$$

Положення фурми і витрати кисню на додувку встановлюємо рівними значенням положення фурми і витрати кисню на останніх хвилинах продуви $H^{\text{pd}} = H^{13+}$, $v^{\text{pd}} = v^{13+}$.

При $m_{\text{из}}^{\text{pd}} \leq 0$ (холодна плавка)

$$\Delta H^{\text{pd}} = -k_6 \cdot m_{\text{из}}^{\text{pd}}, \quad (18)$$

$$\Delta \tau^{\text{pd}} = -k_7 \cdot m_{\text{из}}^{\text{pd}}, \quad (19)$$

$$\Delta V^{PD} = -k_8 \cdot \Delta t^{PD}; \quad (20)$$

У випадку, якщо нагрів проводиться з використанням вугілля, то його кількість визначається за формулою (15).

Розрахунок матеріалу для охолодження (вапняку $m_{из}^{PD}$) і сумарних витрат дуття на додувку плавки ΔV^{PD} при відсутності інформації про вміст вуглецю в металі в останній фазі продувки чи при наявності на “плавці позитивного досвіду” продувки чи додувки на попередній плавці описуються рівняннями:

$$m_{из}^{PD} = m_{из}^{0D} - k_{10}(\Delta t^A - \Delta t^{PD}) + k_{12} \cdot \left(\frac{V^P - V}{v^{дср}} - \frac{\Delta V^A}{v^{0дср}} \right); \quad (21)$$

$$\Delta V^{PD} = (V^P - V) - k_2 m_{из}^{PD}, \quad (22)$$

де $\Delta t^A \in \Delta t^{0A}, \Delta t_{пр}^A$ – зміни температури відповідно на “плавці позитивного досвіду” додувці і додувці попередньої плавки, 0C ; V^P, V – відповідно розраховане значення сумарних витрат дуття на плавку і поточні сумарні витрати дуття в момент виміру температури металу на повалці, m^3 ; $\Delta V^A \in \Delta V^{0A}, \Delta V_{пр}^A$ – відповідно розраховані сумарні витрати дуття на додувку на “плавці позитивного досвіду” і попередній плавці, m^3 ; $v^{дср}$ – середні витрати дуття на додувку, які дорівнюють витратам дуття в кінці продувки ($v^{дср} = v^{+13}$), $m^3/хв$; k_{12} – умовно-постійний коефіцієнт.

Положення фурми і витрати дуття на додувку встановлюємо рівними їх значенням на останніх хвилинах “плавки позитивного досвіду” продувки $H^{PD} = H^{013+}, v^{PD} = v^{013+}$.

При $m_{из}^{PD} \leq 0$ значення $\Delta H^{PD}, \Delta t^{PD}, \Delta V_{н}^{PD}, m_y$ розраховуються за формулами (18) – (21). Для розрахунку першої і другої додувки використовуються різні “плавці позитивного досвіду” додувки.

Висновки. Управління конвертерною плавкою за принципом “плавков позитивного досвіду” дозволило збільшити число плавков, на яких отримані позитивні результати на 10 – 15 % (в залежності від технологічних особливостей окремих цехів). Це дозволило збільшити продуктивність на 3 %, вихід придатного на 0,2 %, підвищити стійкість футерівки конвертерів. Запропоновані принципи управління можуть застосовуватися в інших технологічних процесах.

Список літератури

1. Металургія сталі. Конвертерне виробництво: Теорія, технологія, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія. Підручник / О.Г.Величко, Б.М.Бойченко, П.С.Харлашин та інші. Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-вал». – 2015. – 434 с.
2. Sharbatian M., Bogushevski V, Sukhenko V. System for the BOF Process Control // The advanced Science open access Journal. –V. 5, 2013. – P. 23 – 27.
3. Bogushevski V.S, Sukhenko V.Yu. Steel deoxidation and alloying control model in the converter plant // Proceedings of the Fourteenth International Ferroalloys Congress INFACON XIV 01.06.2015, Kiev, 2015. – P. 99 – 109.

Модель поширення шкідливих речовин в промислових приміщеннях

Анотація: в математичному вигляді представлений обмежений плоский потік забруднюючих речовин в промислових приміщеннях, що рухається паралельно плоскому джерелу.

У зв'язку з розвитком високих технологій в різних галузях людської діяльності все більше зростають вимоги до забезпечення якості повітряного середовища, в якому здійснюється діяльність (чисті приміщення). Параметри, що характеризують якість повітряного середовища чистого приміщення можуть бути найрізноманітнішими - температура, вологість, тиск, чистота. Наголос робиться на ті параметри, які є основоположними для забезпечення кожного конкретного технологічного процесу.

Як показує світова практика, найбільші вимоги пред'являються до чистоти повітря: по концентрації зважених часток в одиниці об'єму повітря і з максимально допустимому кількості життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму повітря. Для забезпечення зазначених параметрів неможливе застосування звичайних будівельних вентиляційних систем, стандартних інженерних рішень. У цьому випадку необхідний комплексний підхід. Все це призводить до необхідності створення спеціальних інженерних споруд: комплексів технічного обладнання для забезпечення заданих параметрів повітряного середовища - так званих «чисті приміщень».

Чистим приміщенням або чистою кімнатою називається приміщення, в якому рахункова концентрація зважених в повітрі (аерозольних) часток і, при необхідності, число мікроорганізмів в повітрі підтримуються в певних межах. Під часткою розуміється твердий, рідкий або багатозфазний об'єкт або мікроорганізм з розмірами від 0,005 до 100 мкм. При класифікації чистих приміщень розглядаються частки з нижніми граничними розмірами від 0,1 до 5,0 мкм. Ключовим фактором є те, що чисті приміщення характеризуються саме лінійною концентрацією часток, тобто числом частинок в одиниці об'єму повітря, розміри яких дорівнюють або перевищують певну величину (0,1; 0,3; 0,5 мкм і т.д.). Цим вони відрізняються від звичайних приміщень, в яких чистота повітря оцінюється по масовій концентрації забруднень в повітрі. Звідси впливають особливості підтримки і визначення показників чистоти, специфічні вимоги до контрольних приладів, лічильників частинок в повітрі і ін.

Аналізуючи ці визначення, можна виділити основні особливості чистого приміщення:

- в повітряному середовищі чистого приміщення контролюється концентрація частинок (і / або максимально допустиму кількість життєздатних мікроорганізмів);
- зведено до мінімуму надходження частинок ззовні;

- зведено до мінімуму виділення і утримання частинок;
- контролюються і управляються інші параметри повітряного середовища - температура, вологість, тиск;
- забезпечені параметри гігієнічні - по необхідному притоку свіжого повітря;
- забезпечені параметри ергономічні - такі як освітленість, рівень шуму та ін.

Можливість застосування ізотропного поля для розрахунку поширення шкідливих речовин в приміщенні була висловлена С.І.Стриженовим [3]. Вважаючи, що ізотропне поле з постійним коефіцієнтом турбулентного обміну A і швидкістю u рухається в деякому напрямку, отримаємо рівняння двовірної дифузії:

$$u \frac{dm}{dx} + A \left(\frac{d^2m}{dx^2} + \frac{d^2m}{dy^2} \right) = 0.$$

Тому, слід розглянути умови виникнення в приміщенні повітряних полів, до яких з достатньою для практики точністю можна застосовувати теорію ізотропної (або локально ізотропної) турбулентності.

Математично задача може бути представлена наступним чином: нехай обмежений плоский потік рухається уздовж осі x паралельно плоскому джерелу (рис. 1), розташованому на відстані y . Якщо знехтувати пульсаційним перенесенням в напрямку усередненої течії, то рівняння набуде вигляду:

$$u \frac{dm}{dx} = A \frac{d^2m}{dy^2}.$$

Граничні умови: $x = 0; m = 0; y = 0; \frac{dm}{dy} = 0; m = m_{\text{гр}}$.

Використовуючи перетворення Лапласа, отримаємо:

$$m = m_{\text{гр}} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \operatorname{erfc} \left[\frac{(2n+1)l-y}{2\sqrt{\frac{Ax}{u}}} \right] + \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \operatorname{erfc} \left[\frac{(2n+1)l+y}{2\sqrt{\frac{Ax}{u}}} \right] \right\},$$

де $\operatorname{erfc}(B) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^B e^{-z^2} dz$.

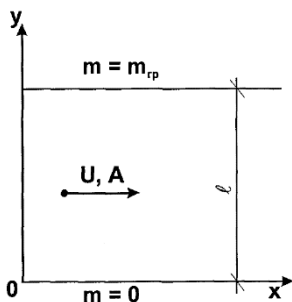


Рис. 1.

Аналіз показав, що в даному випадку з достатньою для практичних розрахунків точністю можна обмежитися величиною $n = 2$. Тоді попередня формула набуде вигляду:

$$m = m_{\text{гр}} \left\{ \sum_{n=0}^2 (-1)^n \operatorname{erfc} \left[\frac{(2n+1)l-y}{2\sqrt{\frac{Ax}{u}}} \right] + \sum_{n=0}^2 (-1)^n \operatorname{erfc} \left[\frac{(2n+1)l+y}{2\sqrt{\frac{Ax}{u}}} \right] \right\}$$

Приклад розрахунку за останньою формулою наведений на рис. 2:

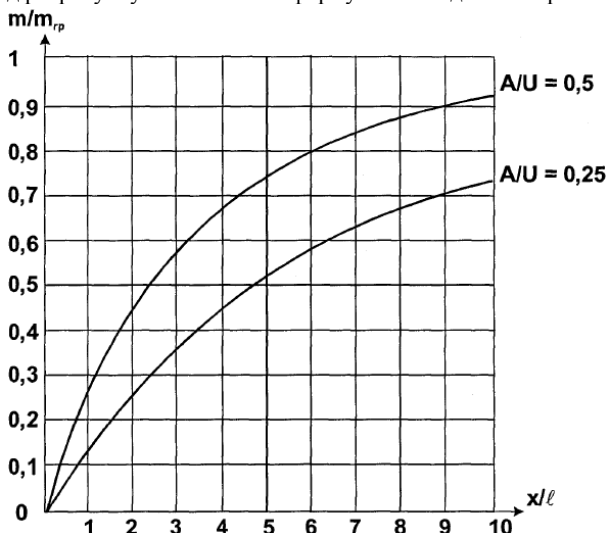


Рис. 2.

Висновки

1. Обґрунтовано доцільність запровадження чистих приміщень для реалізації технологічних процесів виробництва радіоелектронного обладнання.
2. Запропонована математична модель ізотропного поля з постійним коефіцієнтом турбулентного обміну.
3. Наведено результати моделювання обмеженого плоского потоку.

Список літератури

1. Уайт В., Проектирование чистых помещений. М.: 2004. - 524 с.
2. Федотов А. Е., Чистые помещения. Проблемы, теория, практика. М.: АСИНКОМ, 2003. - 718 с.
3. Стриженов С.И., Реттэр Э.И. Аэродинамика зданий.-М.:Стройиздат.- 1968. – 240с.
4. Сандер А.А. Теплообмен в конструкциях, совмещенных с нагревательными системами отопления.- Новосибирск: НИСИ им. В.В. Куйбышева.-1967.-375с.
5. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. - М.: Стройиздат. - 1978. - 145 с.

Л. С. Гладка, А. П. Козлов
(Національний авіаційний університет, Україна)

Паливовимірвальна система підвищеної точності сучасного літака

В даний час у зв'язку з підвищенням вимог по забезпеченню безпеки польотів, рентабельності перевезень, зниженню трудомісткості і вартості обслуговування паливовимірвальних систем (ПВС) виникла необхідність підвищення їх точнісних характеристик, тому що основним резервом зниження маси літального апарата є зменшення маси перевезеного палива, що заправляється більше, ніж необхідно для перельоту.

Паливовимірвальна система. Сучасний стан авіаційної техніки, впровадження обчислювальних засобів в авіаційне устаткування, а також підвищені вимоги до економічності виконання рейсів вимагають перегляду структури авіаційного устаткування і підвищення вимог до найбільш важливих параметрів авіаційних систем. Це в першу чергу стосується паливовимірвальних систем.

В основі виконання усіх функцій ПВС лежить вимір запасу палива в баці. При створенні ПВС можна використовувати різні фізичні явища і залежності, прояв яких однозначно пов'язаний з кількістю палива. В даний час для виміру кількості палива на борту повітряного судна (ПС) застосовуються методи і засоби, засновані на вимірі рівня палива в баках, тобто сучасні авіаційні паливоміри в абсолютній більшості випадків розробляються як рівнеміри. Але оскільки на борту ПС важливо знати об'ємну або масову кількість (запас) палива, а не його рівень, то в авіаційних паливомірах використовується також інформація про статичні характеристики паливних баків (залежність об'єму палива від висоти його в баці) і густині палива в експлуатаційних умовах [1].

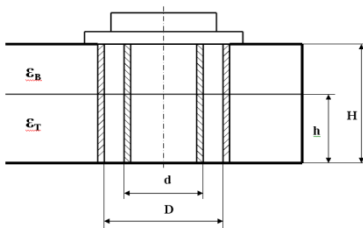


Рис. 1. Ємнісний датчик рівнеміра.

При заповненні бака паливом електрична ємність датчика змінюється внаслідок того, що змінюється рівень діелектрика (палива) конденсатора, що знаходиться між електродами конденсатора (датчика). Таким чином, кожному рівневі, а, отже, кількості палива, що знаходиться в баці, відповідає визначене значення ємності датчика. Датчики електричних паливомірів, як правило,

виконані у виді набору металевих труб різного діаметра, розташованих коаксиально. Поверхні труб мають захисне ізоляційне покриття.

$$C_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot E_0 \cdot E_B \cdot H}{\ln \frac{D}{d}} \quad C_M = \frac{2 \cdot \pi \cdot E_0 \cdot E_T \cdot H}{\ln \frac{D}{d}}$$

Досвід експлуатації паливовимірювальних систем сучасних літаків і іншої авіаційної техніки показав, що на даний час найбільш прийнятним методом виміру кількості палива на борту літального апарата є електроємнісний. Статистика, приведена в матеріалах нарад ІКАО, присвячена досвіду експлуатації паливовимірювальних систем в ведучих авіакомпаніях світу, констатує необхідність удосконалювання електроємнісного методу виміру палива, тому що до даного часу інших найбільш перспективних методів виміру палива на борту літаків не розроблено [2].

Інформація про кількість палива звичайно відображається в одиницях ваги або маси, тому що енергія, що утримується в завантаженому паливі, є більше функцією маси, ніж об'єму. Вимірювальна система ємнісного типу адаптована для виміру маси, оскільки є закономірність між щільністю і діелектричною константою. Однак, тому що авіаційні палива є сумішшю різних вуглеводнів, то з помилками до 2% можна зіштовхуватися тільки в умовній системі з визначеними варіаціями в складі палива. Тенденція розробки паливовимірювальної системи, в якій відсутнє внутрішньобакове обладнання, спрощує і робить дешевшою її технічну експлуатацію, збільшує надійність, зменшує експлуатаційні витрати. Така система дозволить значною мірою підвищити економічність експлуатації літаків.

Список літератури

1. Гриневич Ф.Б., Новик А.И., Измерительные компенсационно-мостовые устройства с емкостными датчиками. Киев. Наукова думка. 1987 112с.
2. Бухгольц В.П., Тисевич Э.Г. Емкостные преобразователи в системах автоматического контроля и управления. М., Энергия. 1972. 80с.

*Е.И. Чумаченко, к.т.н, И.В. Роцинский
(Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина)*

Интеллектуальная мобильная информационная система пассажиров метрополитена

Система оповещения пассажиров о необходимости готовиться к выходу из вагона поезда при приближении к конечной станции маршрута, основанная на использовании методов машинного обучения.

В современных мегаполисах проживает большое количество людей. Высокая плотность населения обуславливает необходимость использовать различные виды транспорта для скорейшего достижения места назначения, помимо собственного транспорта. Так, в городах-миллионниках часто используется система подземных сообщений метрополитена. Этот способ транспортировки пользуется большим спросом у населения благодаря своим положительным качествам, таким как высокая пропускная способность, предсказуемость маршрутов, устойчивость во время движения, адаптация частоты следования транспортных единиц под режим нагрузки на транспортную сеть и т.п. Из недостатков этого способа перемещения можно указать отсутствие визуальных ориентиров о местоположении поезда внутри транспортного тоннеля на большей части следования маршрута, что в сочетании с условием длительной поездки предрасполагает пассажира к потере внимания о моменте высадки из поезда. Так как управлять отправлением вагона, т.е. задержать его отправку затруднительно в сравнении с такими видами транспортных средств как автобусы, трамваи и троллейбусы, а также в силу короткой паузы для остановок, то пассажирам приходится заранее готовиться к выходу.

Несмотря на то, что все станции метро озвучиваются, а некоторые вагоны метро оснащены мониторами, отображающими текущее состояние поезда и название следующей станции на маршруте, существует значительное количество пассажиров, которые по определенным причинам упускают данные факторы из поля своего внимания. Для таких пассажиров пропуск необходимой остановки вполне обыденное явление, а в сочетании с привычкой рассчитывать время прибытия к месту назначения без обычного для путешественников наземным транспортом запаса времени, привносит дополнительные неудобства в виде опозданий, необходимости повышенного внимания к маршруту, или же отказ от использования свободного времени в процессе езды для других задач.

Примерами таких категорий пассажиров можно назвать следующие:

- пассажиры, слушающие музыку в вагоне метро с использованием наушников;
- пассажиры, увлеченные чтением образовательной или развлекательной литературы;
- пассажиры, занятые процессом игры на мобильном устройстве;

- пассажиры, находящиеся в состоянии близком к дремоте или утомлению;
- пассажиры с дефектами слуха и незнакомые с внешним видом станций.

Для таких пассажиров наличие возможности получать уведомление о необходимости готовиться к выходу из вагона метро могло бы оказаться полезным. Рассмотрев имеющиеся решения, не удалось найти такого, которое бы могло предоставить подобный функционал и быть готовым к использованию. В результате было принято решение о разработке подобного средства.

Так как пользователь должен получать уведомления, а также предоставлять данные о параметрах окружающей среды средству классификации и принятия решения, то для решения подобной задачи необходимо использовать средства, которые могут выполнять различные устройства, имеющие в своем составе различные датчиками и обладающие вычислительными ресурсами, и обладающие достаточной мобильностью. Принимая во внимание тот факт, что из списка устройств, обладающих перечисленными качествами, наибольшей популярностью у населения пользуются мобильные средства связи с произвольным программным обеспечением, для упрощения именуемые смартфонами, то для реализации задачи предоставления пассажирам средства решающего задачу уведомления о необходимости готовиться к выходу из вагона метро было решено начать разработку приложения для смартфонов. Так как доминирующими на данный момент операционными системами для смартфонов являются операционные системы iOS и Android, а смартфоны на операционной системе Android являются представлены большим количеством моделей и более доступны пассажирам, выбирающим метро в качестве основного средства перемещения по городу, то было решено, что первая реализация программного продукта будет ориентирована на пользователей смартфонов под управлением операционной системы Android.

Для обеспечения пользователя своевременным уведомлением о необходимости готовиться к выходу из вагона метро, система должна уметь определять текущее местоположение пассажира на маршруте движения, точку начала маршрута и целевую станцию прибытия. Для выполнения всех трех задач система может использовать эвристические алгоритмы в сочетании с системами принятия решений, на основании которых будет формировать параметры маршрута. Однако реализация этих задач требует значительных усилий, и с целью оптимизации временных затрат на реализацию всей системы, а также с целью скорейшего получения работающего прототипа, задачи определения начальной и конечной точек маршрута осуществляются путем запроса к пользователю с просьбой указать эти параметры вручную. Таким образом, большая часть проектирования и разработки на первом этапе сосредоточена на задаче определения текущего положения пассажира на участке маршрута.

Для ранжирования отобранных признаков по таким показателям, как повторяемость, непротиворечивость другим факторам, надежность, достоверность, затратность с точки зрения процессорного времени и расхода аккумуляторного заряда устройства было разработано мобильное приложение, облегчающее сбор и хранение данных изучаемых признаков во время движения

пользователя по целевому маршруту.

Мобильное приложение представляет собой приложение для устройств, использующих операционную систему Android, и состоит из главного экрана, и экранов настроек. Для сбора данных приложение необходимо установить на устройство, в составе которого есть акселерометр, магнетометр, радиомодуль с сим-картой, а также гироскоп. Некоторые статистические характеристики выборки сенсорных данных отображены в таблице 1.

Таблица 1.

Некоторые статистические характеристики сенсорных данных

признак	состояние поезда на маршруте	максимальное значение	среднее арифметическое значение	дисперсия
линейное ускорение, м/с^2	движение	2,57	0,98	0,040
	остановка	1,36	0,95	0,003
напряженность магнитного поля, μT	движение	314,24	69,97	259,750
	остановка	84,92	64,52	5,790
интенсивность сигнала радиомодуля, баллы	движение	4,00	3,46	1,321
	остановка	4,00	3,95	0,001

Предварительные оценки дают возможность провести ранжирование характеристик признаков в следующем порядке:

1. Длительность остановок и движения;
2. Дисперсия значений линейного ускорения;
3. Дисперсия значений интенсивности сигнала радиомодуля;
4. Дисперсия значений напряженности магнитного поля;
5. Максимальное значение магнитного поля.

Для построения интеллектуальной мобильной информационной системы была использована нейронная сеть глубокого обучения модульной структуры.

Использование предложенной интеллектуальной мобильной информационной системы пассажиров метрополитена позволяет предоставить пассажирам удобное средство, облегчающее им процесс поездки благодаря интеллектуальным уведомлениям системы, что в свою очередь позволяет пользователям сосредоточиться на более полезном использовании времени, которое они проводят в пути.

Список литературы

1. Борисов Е.С. О методах обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения. ч.1. Общие положения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mechanoid.kiev.ua>
2. Hadcock R.N. Joints in Composite Structures. Proc. Conf.Vehicle Design AFFDL-TR-72-13. – 1972. – P. 791–811.
3. Megha V. Using Smartphone-based Accelerometer to Detect Travel by Metro Train. Indraprastha Institute of Information Technology: Delhi. – 1972. – 34 p.

Вітроенергетична установка з поворотними лопатями комбінованого ротора

Запропоновано мікропроцесорну систему керування кутом атаки лопатей комбінованого ротора вітроенергетичної установки, яка дозволяє максимізувати крутний момент у робочому діапазоні швидкостей вітру та здійснювати гальмування ротора з метою захисту від пошкоджень при ураганних вітрах.

Збільшення масштабів споживання електричної енергії, загострення проблем охорони навколишнього середовища значно активізували пошуки екологічно більш чистих способів одержання електричної енергії. В усьому світі ведуться дослідження способів здійснення регульованої термоядерної реакції, прямого безмашинного перетворення внутрішньої та хімічної енергії в електричну. Розробляються способи використання поновлюваної енергії – сонячної, вітрової, геотермальної, енергії хвиль, припливів і відливів, тощо.

Сучасна вітроенергетика базується в основному на застосуванні вітроенергетичних установок (ВЕУ) двох основних видів – горизонтально-осьові (ГО) пропелерні із горизонтальною віссю обертання й вертикально-осьові (ВО) (або ортогональні) з вертикальною віссю обертання.

Вертикально-осьові вітроенергетичні установки підрозділяються на два класи: ротори Дар'є і Савоніуса.

За принципом дії ротори Дар'є працюють за рахунок обертаючого моменту від підйомної сили, створюваної лопатями. У силу цього, ротор може видавати досить великі потужності в порівнянні з роторами, що використовують відмінність сил лобового опору лопатей. Векторна сума швидкості набігаючого потоку і окружної швидкості від обертання лопаті створює кут атаки відносно хорди лопаті. У роторів Дар'є окружна швидкість лопатей перевищує швидкість набігаючого потоку. Оскільки лопать повинна створювати підйомну силу при русі в обох напрямках, то її форма профілю вибирається симетричною. Виходячи з усього цього, ротори Дар'є за відсутності обертання обертальний момент не створюється і тому нездатні стартувати самостійно. Зазвичай, в момент старту при малих значеннях швидкості цієї ротор має незначний, а іноді навіть і негативний момент, обертання (знаходиться в «мертвій зоні») [1, 2]. З іншого боку, є особлива проблема, пов'язана з ураганним вітром, коли потрібно надійне гальмо для зупинки ротора. Якщо ротор зверху не закріплений, то може виникнути досить велике навантаження у вигляді згинального моменту.

Розв'язати проблему самозапуску ротора Дар'є можна, створивши на базі нього комбінований ротор, шляхом додавання одного чи більше роторів Савоніуса в якості розгінних або створення пускового моменту для ротора Дар'є за рахунок встановлення лопатей на певний кут атаки, який зробив би пусковий момент достатнім для розгону ротора.

Для захисту БЕУ від ураганих вітрів, в свою чергу, необхідно застосовувати гальмування ротора шляхом переключення генератора в режим навантаження або застосуванням аеродинамічного гальма.

Процес відбору ВО БЕУ енергії вітру можна описати наступною математичною моделлю.

Однією з основних характеристик БЕУ є діапазон робочих швидкостей вітру, який при конструюванні ротора характеризується відносною швидкістю кінця лопаті [3]:

$$\lambda = \frac{\omega r}{V_{\infty}}, \quad (1)$$

де ωr - швидкість обертання ротора БЕУ, V_{∞} - швидкість вітру.

Геометрія ВО БЕУ може бути задана через безрозмірний параметр, відомий, як коефіцієнт заповнення

$$\sigma = \frac{Nc}{d}, \quad (2)$$

який є функцією від кількості лопатей N , довжини лопатей c та діаметра ротора d . Коефіцієнт заповнення є часткою омітаємої поверхні БЕУ, закритої лопатями.

Сили, що діють на кожну лопать ротора, можуть бути визначені через відносну складову швидкості вітру W та кутом атаки α , показаним на рис. 1. При обертанні лопаті місцевий кут атаки α для цієї лопаті змінюється через зміну відносної швидкості W . Вимушена швидкість V_i та швидкість обертання ωr лопаті визначають напрям та величину відносної швидкості. Це, в свою чергу, змінює підйомну силу L та силу аеродинамічного опору D , що діють на лопать. Зі зміною підйомної сили та сили аеродинамічного опору по величині та напрямку, змінюється також результуюча сила F_R . Результуючу силу можна розкласти на нормальну складову F_N та дотичну складову F_T . Це дотична складова сили, яка скеровує обертання ротора БЕУ та створює момент обертання, необхідний для генерації електричної енергії.

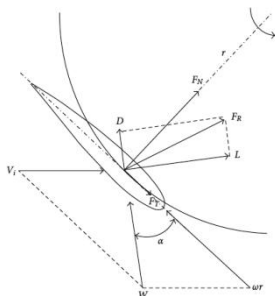


Рис.1. Сили, що діють на лопать БЕУ.

Для підйомної сили та сили аеродинамічного опору характеризується коефіцієнтом підйомної сили C_l та коефіцієнтом сили аеродинамічного опору C_d , які застосовуються для обчислення коефіцієнта дотичної сили:

$$C_t = C_l \sin \alpha - C_d \cos \alpha. \quad (3)$$

Для отримання значення дотичної сили C_t домножується на значення динамічного тиску

$$F_T = \frac{1}{2} C_t \rho c h W^2, \quad (4)$$

де ρ — густина повітря, h — висота ВЕУ. Важливо відзначити, що (4) представляє дотичну силу тільки для однієї азимутальної позиції.

Середній момент для N лопатей розташованих на радіусі r від осі обертання визначається, як

$$\tau = N F_{Tcep} r. \quad (5)$$

Основною характеристикою продуктивності роботи ВЕУ є потужність, яку вона здатна відібрати з вітру і наскільки ефективно вона може виконати це завдання. Величина потужності, яку ВЕУ здатна відібрати з вітру визначається виразом

$$P_T = \tau \omega. \quad (6)$$

Тому, ефективність ВЕУ - це співвідношення між потужністю, що виробляється ВЕУ та потужністю потоку вітру, що визначається з виразу

$$COP = \frac{P_T}{P_W} = \frac{\tau \omega}{\frac{1}{2} \rho d h V_\infty^3}. \quad (7)$$

Оскільки форма профілю лопаті, σ та C_t тісно пов'язані, складно обрати геометрію, яка б максимізувала ефективність. Крім того, навіть оптимальний профіль матиме різну ефективність в залежності від положення лопаті відносно потоку вітру. Тому доцільним є керування кутом атаки лопатей в залежності від їх положення.

Таким чином, система керування кутом атаки лопатей ВЕУ повинна виконувати наступні завдання:

$$\begin{cases} \omega < \omega_{cr}, C_t \rightarrow \max, \\ \omega \geq \omega_{cr}, C_t \rightarrow \min, \end{cases} \quad (8)$$

де ω_{cr} – критичне для ВЕУ значення швидкості обертання.

З виразів (3) — (7) видно, що кут атаки α впливає на значення коефіцієнта дотичної сили, а відповідно і на коефіцієнт потужності. Тому, керуючи кутом атаки лопатей, можна змінювати ефективність роботи ВЕУ.

На сьогодні існує ряд підходів [4] до керування кутом атаки лопатей. Перший базується на механічному встановленні кута атаки лопатей за наперед заданим шаблоном в залежності від їх азимутального положення. Недоліком такого підходу є зниження ефективності при відхиленні реальних умов функціонування ВЕУ від розрахункових умов шаблону.

Іншим підходом до керування кутом атаки є кутом атаки лопатей є самопозиціонування в залежності від аеродинамічних сил, що діють на лопать в даний момент. Такий підхід дозволяє лопатям змінювати позицію так, щоб мінімізувати кут атаки відносно набігаючого потоку і цим збільшити момент обертання.

Третім підходом є масо-стабілізований спосіб керування кутом атаки. У даному способі керуючий момент створюється завдяки відцентровій сили обертання ротора та пропорційний квадрату швидкості його обертання.

Загальними недоліками даних підходів є неоптимальне встановлення кутів атаки та неможливість гальмувати ротор ВЕУ при ураганних вітрах, що може призвести до пошкодження або руйнування турбіни і потребує застосування спеціальних систем.

У даній роботі запропоновано автоматизовану систему оптимального керування кутом атаки лопатей в залежності від швидкості обертання ротора. Структура розробленої системи наведена на рис. 2.

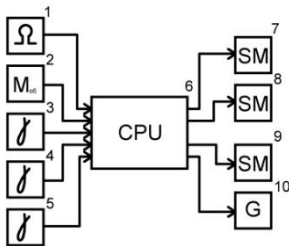


Рис. 2. Структура автоматизованої системи керування кутом атаки лопатей

Система розрахована на встановлення на трилопатевий ротор Дар'є та складається з датчика швидкості обертання ротора 1, датчика моменту обертання 2, трьох датчиків кутового положення лопатей 3, 4, 5, мікропроцесора 6, трьох сервомоторів 7, 8, 9 та системи керування режимом роботи генератора 10.

Система датчиків слугує для отримання інформації про параметри роботи ВЕУ. Сервомотори застосовуються для керування кутовим положенням лопатей.

Алгоритм роботи системи показаний на рис. 3.

За програмою, записаною у пам'яті, мікропроцесор знімає інформацію про швидкість обертання, момент та кутове положення лопатей ротора, на основі отриманих даних обирає режим роботи ВЕУ.

В залежності від швидкості обертання ротора обирається робочий або захисний режим. У робочому режимі, якщо ротор не обертається, лопаті встановлюються у положення, яку дозволяє максимізувати пусковий момент та сприятиме запуску ротора. При виході на робочий діапазон швидкостей обертання, лопаті встановлюються у положення, яке дозволяє максимізувати крутний момент ротора і, відповідно, коефіцієнт потужності ВЕУ. Інформація про значення крутного моменту знімається з датчика та аналізується мікропроцесором.

У випадку перевищення ротором верхньої межі швидкості обертання, в залежності від величини такого перевищення, кут атаки лопатей обирається таким, щоб здійснювати аеродинамічне гальмування ротора та запобігати його розгону до небезпечних швидкостей.

Якщо тільки аеродинамічне гальмування є недостатнім для повернення ВЕУ у безпечні межі швидкості обертання, мікропроцесор перемикає генератор ВЕУ у режим роботи в якості навантаження для подальшого

гальмування ротора та захисту ВЕУ від механічних пошкоджень та руйнування.

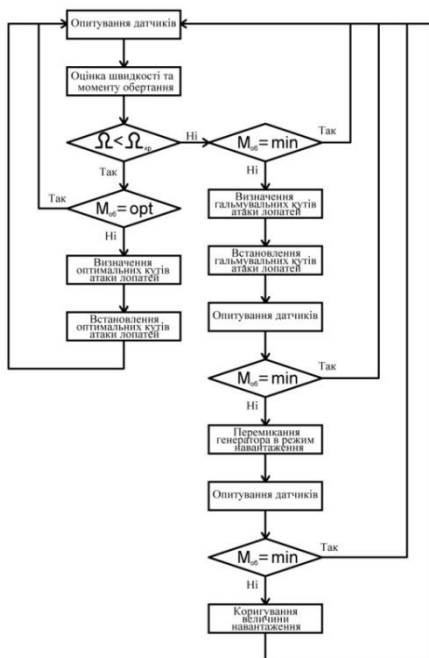


Рис. 3. Алгоритм роботи автоматизованої системи керування кутом атаки лопатей

Висновки

Розроблена система дозволяє здійснювати контроль за роботою ВЕУ, оптимізацію процесу відбору енергії вітру та автоматичний захист від механічних пошкоджень та руйнування при ураганих вітрах.

Система працює за заданою програмою у повністю автоматичному режимі. Система передбачає можливість дистанційного моніторингу роботи та керування ВЕУ.

Список літератури

1. Алексеев Б.А. Электрические станции // Международная конференция по ветроэнергетике. - 1996. - №2.
2. Горелов Д.Н. Проблемы аэродинамики ветроколеса Дарье // Теплофизика и аэромеханика. -2003. - Т.10, - № 1. - С. 47-51.
3. N. S. Çetin, M. A. Yurdusev, R. Ata, and A. Çzdemir, "Assessment of optimum tip speed ratio of wind turbines" Mathematical and Computational Applications, vol. 10, no. 1, pp. 147–154, 2005.
4. Leo Lazauskas "Three pitch control systems for vertical axis wind turbines compared" Research Gate, 1992.

О.В. Петрученко, А.М. Сільвестров, О.М. Скринник
(Національний технічний університет України "КПІ ім. І.Сікорського", Україна)

Ідентифікація просторового розподілу механічних напруг плівки в процесі її ролування

Дослідження, результати яких наведено у публікації, підтверджують можливість розробки запропонованим методом достатньо простої аналітичної моделі, яка за точністю апроксимації відповідає вимогам сучасних методів математичного та об'єктно-орієнтованого моделювання.

Пристрій складається із ролика та моталки, на валу якої знаходиться бобіна з намотувальним матеріалом. Моталка і ролик мають індивідуальні електроприводи. Завданням електроприводу ролика подачі є підтримка заданої кутової швидкості ω_2 і, відповідно, лінійної швидкості матеріалу V_2 . Кінематична схема пристрою для намотування у рулони, представлена на рис. 1.

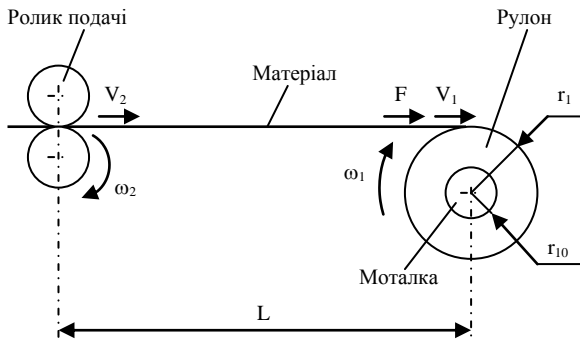


Рис. 1. Кінематична схема пристрою для намотування у рулони

Електропривод моталки є безпосереднім (безредукторним) і створює необхідний натяг матеріалу F . Відстань між роликми подачі і валом моталки дорівнює L . Матеріал змотується в рулон на бобіну з початковим радіусом r_{10} . Матеріал представляє собою в'язко-пружне середовище, яке характеризується модулем пружності E , коефіцієнтом Пуассона ν , шириною b і товщиною h .

На підставі кінематичної схеми пристрою (рис. 1), складено розрахункову схему його механічної частини (рис. 2).

Ланка з моментом інерції J_1 представляє обертові частини електроприводу моталки і рулону, які рухаються під дією моменту електродвигуна M_1 з кутовою швидкістю ω_1 , проходячи кутовий шлях ϕ_1 . Цьому руху протидіє момент опору M_{cl} , що обумовлений натягом матеріалу, силами тертя, аеродинамічним опором матеріалу та ін. Друга ланка розрахункової схеми

характеризує момент інерції електроприводу ролика J_2 , двигун якого створює момент M_2 , забезпечуючи рух з кутовою швидкістю ω_2 на шляху φ_2 за дії моменту опору M_{c2} . Обидві ланки пов'язані між собою матеріалом, який має подовжню жорсткість c при розтягуванні

$$c = \frac{E(t)bh}{L}$$

і характеризується коефіцієнтом в'язкого тертя $m = (0,01 - 0,2)c$ в залежності від матеріалу.

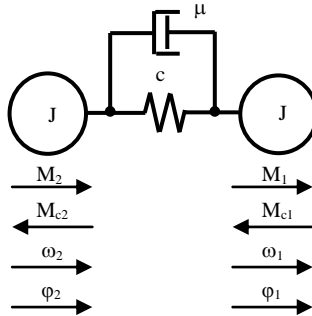


Рис. 2. Розрахункова схема механічної частини системи

Загальною формою записи рівнянь руху механічної системи (рис. 2), є рівняння Лагранжа 2-го роду [1]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W_K}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial W_K}{\partial q_i} = Q_i' - \frac{\partial W_{\Pi}}{\partial q_i} - \frac{\partial W_D}{\partial \dot{q}_i},$$

де W_K – кінетична енергія системи; W_{Π} – потенційна енергія системи; W_D – енергія дисипації системи; Q_i' – узагальнена сила; q_i – узагальнена координата;

$\dot{q}_i = \frac{dq_i}{dt}$ – узагальнена швидкість; i – кількість рівнянь системи.

Під дією зусилля натягу кожний виток деформує відповідні шари і викликає зміну початкового напруженого стану, міцносних та деформаційних властивостей плівки. Тому важливо встановити математичну залежність відповідних напружень в плівці від радіусу рулону плівки, що намотується. Теоретичні моделі [2, 3] залежностей радіальних σ_r і окружних σ_Q напруг та відповідних їм деформацій ϵ_r і ϵ_Q суттєво залежать від неточного або взагалі невідомого параметра m анізотропії плівки.

Тому доцільно ці залежності визначити експериментальним шляхом з використанням принципу «чорної скриньки» та кусково-аналітичної апроксимації окремих частин експериментальних залежностей звичайними

степеневими поліномами з подальшим їх об'єднанням на основі використання селективних вагових функцій, існуючих в усьому діапазоні зміни аргументу. Відповідні питомі напруги вимірювались для ряду радіусів: $r = 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1, 0.12, 0.15, 0.17, 0.2$ м.

Для ілюстрації доцільності і ефективності запропонованого методу, відповідні залежності апроксимувалися одним поліномом $8 \div 9$ степені, за якого теоретична модель і експериментальні дані практично співпали в точках експерименту. Однак між деякими точками, внаслідок високої степені полінома, виникали суттєві пульсації, які не відповідають фізичній сутності (гладкості) залежності. Ці пульсації значно погіршують точність апроксимації залежності напруги від радіуса і особливо похідну цієї залежності від часу, яка вказує на ступінь не стаціонарності процесу. В запропонованому методі інтервал зміни радіусу розбивався на два підінтервали; на кожному підінтервалі досить точно залежність напруги від радіусу рулону апроксимувалося за методом найменших квадратів простим степеневим поліномом другого порядку; загальну (для всього діапазону) модель отримували шляхом складання часткових моделей з ваговими селективними функціями, аналітичними в усьому діапазоні зміни радіусу. Тобто замість залежності

$$\sigma(r) = \sum_{i=0}^{8 \div 9} \beta_i r^i \quad (1)$$

використовувалась набагато простіша і коректніша модель

$$\sigma(r) = (\beta_0 + \beta_1 r + \beta_2 r^2) \cdot \eta_1(r) + (\gamma_0 + \gamma_1 r + \gamma_2 r^2) \cdot \eta_2(r), \quad (2)$$

де вагові функції задавались наступним чином:

$$\eta_1(r) = 1 / \left(1 + \left(\frac{r}{r_1} \right)^N \right), \quad \eta_2(r) = 1 / \left(1 + \left(\frac{r_1}{r} \right)^N \right), \quad N \gg 1,$$

r_1 – значення r на границі між двома інтервалами $[0.05, r_1], [r_1, 0.2]$. Границя r_1 і степінь N можуть автоматично підбиратися за умови, щоб середньо-квадратична або максимальна похибка апроксимації не перевищувала допустиму.

Як, приклад, на рис. 3, 4 наведені апроксимації окружних напружень поліномом (1) і поліномом (2), та їх похідних від радіуса r які визначають (важливу для задачі автоматичного керування процесом намотки) ступінь не стаціонарності об'єкта керування. Як витікає з рис. 3 \div 6 модель (1), за тієї ж точності апроксимації залежності σ_Q/N_0 від r , дає похибку по швидкості

$$\frac{1}{N_0} \cdot \frac{d\sigma_Q}{dr}$$

зміни напружень на декілька порядків більшу, ніж її дійсне

значення, отримане по моделі (2) запропонованим методом. При цьому ще має місце і спрощення структури моделі (2) відносно моделі (1).

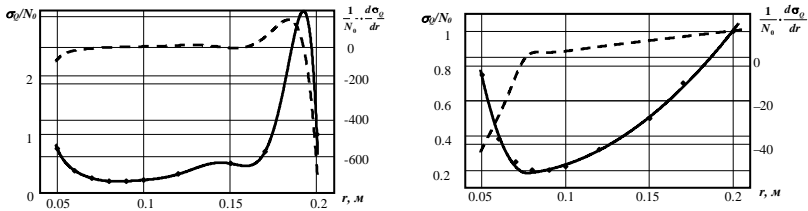


Рис. 3. Розподіл відносних окружних напружень σ_Q/N_0 по радіусу рулону плівки r під час намотування з постійним моментом $M_H = \text{const}$ на товарний ролик діаметром 100 мм до кінцевого діаметра рулону 400 мм

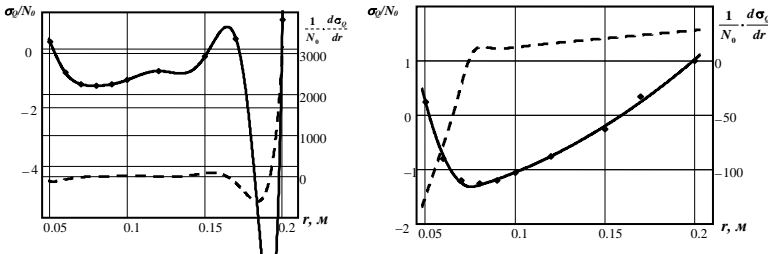


Рис. 4. Розподіл відносних окружних напружень σ_Q/N_0 по радіусу рулону плівки r під час намотування з постійним питомим напруженням $N_0 = \text{const}$ на товарний ролик діаметром 100 мм до кінцевого діаметра рулону 400 мм

Враховуючи простоту і необхідну точність моделі (2) запропонованого метода, відносно моделі (1) і звичайного метода найменших квадратів, доцільно їх широке впровадження.

Список літератури

1. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 1990. – 607 с.
2. Кириченко Ю.О. Математична модель напружено-деформованого стану рулонованого матеріалу // Вісник КНУТД. – 2004. – №3. – 123 с.
3. Кострицький В.В., Кириченко Ю.О., Артеменко Л.Ф. Дослідження напружено-деформованого стану рулонованого матеріалу // Вісник КНУТД. – 2004. – № 5. – 163 с.

Система автоматизованого керування приводом похилого дифузійного апарата

Вдосконалено систему автоматизованого керування приводом похилого дифузійного апарата за рахунок використання мікропроцесорної системи керування. Запропоновано метод та засоби попередження виникнення електромеханічних коливальних процесів у приводі шляхом керування швидкістю обертання черпального колеса

Вступ. В цукровій промисловості знайшли широке застосування дифузійні апарати похилого типу, які використовуються для екстракції соку з бурякової стружки і є однією з основних ланок безперервного виробництва [1]. Похилий дифузійний апарат (ПДА) являє собою транспортуючі шнековали, охоплені коритоподібним корпусом. Бурякова стружка з бурякорізок завантажується в ПДА у його нижній частині та переміщуються вгору шнековалами. У верхній частині відбувається вивантаження позбавленої цукру стружки за допомогою черпального колеса.

ПДА приводиться в рух двома двигунами, що обертають шнековали з різних їх кінців. Здебільшого використовується привод постійного струму, в якому однаковість динамічних моментів двигунів забезпечується послідовним ввімкненням їх роторних обмоток та живлення від одного тиристорного перетворювача.

При роботі ПДА характерними є режими роботи нерівномірного завантаження шнековалів, в якому верхній двигун виявляється більш завантаженим, ніж нижній, що разом з наявністю пружного зв'язку між двигунами в умовах інтенсифікації його експлуатації, що спостерігається останнім часом, є передумовою виникнення коливальних процесів у приводі, які призводять до відмов у його роботі. Вплив різних параметрів на динамічні властивості системи приводу досліджувались у [2,3].

Тому значної актуальності набуває задача створення такої системи керування приводом, яка б покращила його динамічні властивості та забезпечила його надійну роботу. Крім того, останнім часом зустрічаються намагання запровадити асинхронний привод з частотним регулюванням, що ґрунтується на відомих перевагах даного типу приводу та застарілості основного обладнання існуючих систем приводу постійного струму. Ці намагання зустрічаються зі значними труднощами, пов'язаних із необхідністю забезпечення синхронного обертання двох двигунів при виникненні режиму їх нерівномірного завантаження.

Метою даного дослідження є розробка узагальненої системи автоматизованого керування приводом ПДА, як електромеханічного комплексу, яка б враховувала його технологічні особливості та забезпечувала його надійну роботу.

Результати дослідження. В промислових умовах регулювання швидкості обертання дифузійного апарата виконується в ручному режимі оператором, який при виборі режиму керується різного роду технологічними показниками (планові завдання, параметри бурякової стружки, температури та рівні в різних відділах ПДА тощо), експлуатаційними показниками приводу (напруга, струм) та власним досвідом. В існуючій системі автоматизованого керування оператор позбавлений знань про деякі механічні параметри приводу, що чинять значний вплив на динамічні властивості, зокрема, мова йде про нерівномірність завантаження шнековалів, яка характеризується відповідним коефіцієнтом.

Тому першочерговим завданням є контроль механічних параметрів приводу за допомогою сенсорів кутового положення двигунів 1 та 2, встановлених на муфтах з'єднання валів двигунів з первинними валами редукторів Рн та Рв (рис. 1).

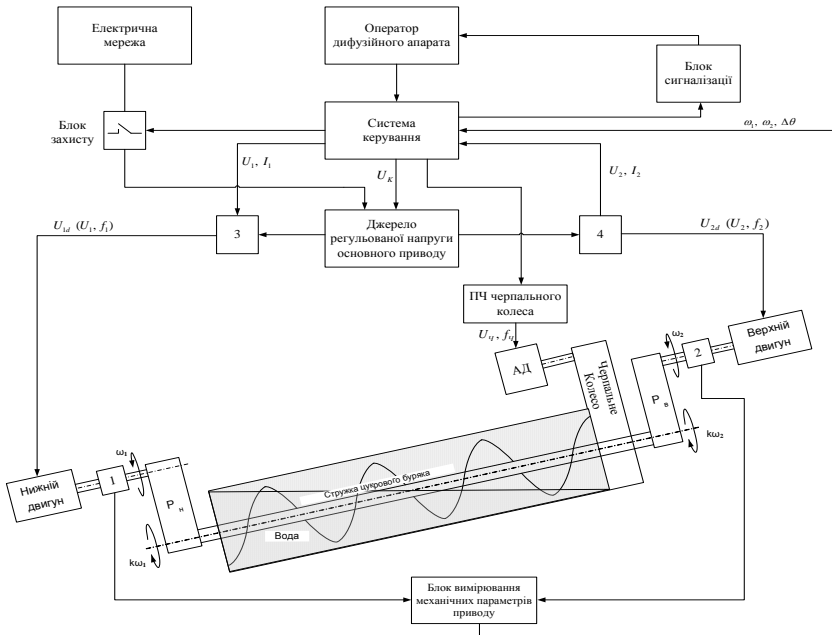


Рис. 1 Структурна схема системи автоматизованого керування приводом ПДА

До контрольованих механічних параметрів приводу відносяться швидкості обертання нижнього ω_1 та верхнього ω_2 двигунів та відносний кут закручування валів двигунів $\Delta\theta$. Також пропонується система має сенсори

напруги та струму нижнього - 3 та верхнього - 4 двигунів, яка необхідна для диференціації можливих причин виникаючих відмов: електричних чи механічних. Усі отримані дані про параметри приводу передаються до мікропроцесорної системи керування.

З метою зменшення нерівномірності навантаження шнековалів дифузійного апарату в критичних режимах в запропонованій системі черпальне колесо приводиться в рух частотно-регульованим приводом. Основною цільовою функцією такого регулювання є:

$$\Delta\theta_- \rightarrow 0 \quad (1)$$

Швидкість обертання визначає система керування за складною емпіричною залежністю, як функція декількох змінних, зокрема швидкість обертання основного приводу, середнє значення відносного кута закручування валів двигунів через пропорційно-інтегровальні ланки. Математичну модель приводу черпального колеса можна зобразити у вигляді структурної схеми, поданої на рисунку 2.

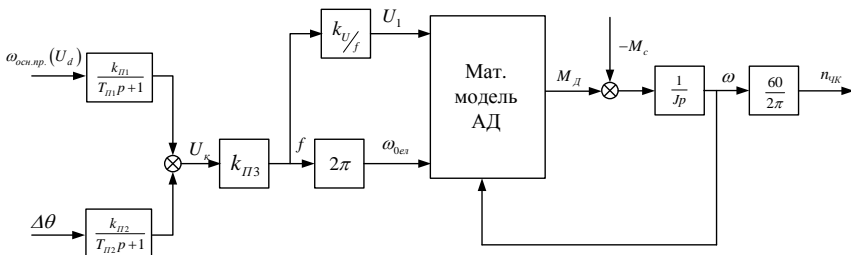


Рис. 2. Структурна схема системи автоматичного керування швидкістю обертання приводу черпального колеса ПДА

Реалізація частотного регулювання приводу черпального колеса дає змогу вирівнювати навантаження двигунів основного приводу і таким чином покращувати динамічні властивості системи приводу ПДА. Однак вплив швидкості розвантаження на нерівномірність навантаження валів відбувається зі значними сталими часу. Тому за певних умов зі швидким розвитком коливальних процесів постає задача зупинки приводу за перевищення допустимих значень контрольованих величин, яка покладена на блок захисту. Контроль механічних параметрів приводу (швидкості обертання двигунів, кута закручування) дозволяють організувати диференційний захист дифузійного апарату, як за електричними, так і механічними показниками, що позитивно впливає на чутливість захисту та діагностування причин можливих відмов.

З метою оптимізації керування розроблена система має блок сигналізації оператору про наближення певних показників до критичних значень, що за вмілого здійснення регулювання оператором також позитивно впливатиме на динаміку та надійність приводу, зменшуючи кількість його відмов.

Розроблену структурну схему можна вважати узагальненою для

електромеханічного комплексу привода ПДА як постійного струму, так і частотно-регульованого асинхронного. Різниця полягає лише в джерелі регульованої напруги основного приводу (Керований випрямляч / Перетворювачі частоти) та способі синхронізації обертання двигунів.

В традиційному приводі постійного струму спосіб синхронізації швидкості обертання описаний у вступі. Можливість керування швидкістю обертання окремого двигуна відсутня. При побудові систем асинхронного частотно-регульованого основного приводу для синхронізації обертання може бути використаний блок вимірювання механічних параметрів.

Висновки. В роботі розроблено узагальнену структурну схему системи автоматизованого керування приводом ПДА, яка за рахунок моніторингу механічних та електричних параметрів має змогу виявляти на початкових етапах передаварійні режими роботи, а також за рахунок встановлення частотно-регульованого привода черпального колеса забезпечує можливість їх попередження. Система керування та захисту в пропонованій структурі може бути використана для діагностики можливих дефектів та їх усунення. Вимірювання швидкості обертання двигунів основного привода дає змогу синтезувати системи автоматичного керування встановленого режиму роботи ПДА, а також можуть бути використані для синхронізації обертання двигунів при побудові систем асинхронного приводу з частотним регулюванням.

Список літератури

1. Гребенюк С.М. Технологическое буровое оборудование сахарных заводов. – М.: Пищевая промышленность, 1985. – 520 с.
2. Кухарчук В. Дослідження динамічних режимів роботи системи приводу похилого дифузійного апарата методом імітаційного моделювання / В.В. Кухарчук, В.І. Родінков, А.М. Коваль // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. - №4. – С. 7 – 12.
3. Кухарчук В. Динамічні властивості системи привода похилого дифузійного апарата / В. В. Кухарчук, В. І. Родінков, А. М. Коваль// Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2013. – №2. – С. 86 – 93.

Способ дистанционной диагностики оборудования воздушного судна

Были рассмотрены задачи аппаратного, программного и метрологического обеспечения средств контроля и диагностирования технического состояния систем. Рассмотрены критерии и методика технико-экономического обоснования характеристик средств контроля, структурно-параметрического синтеза программ управления техническим состоянием динамических систем.

На воздушном судне устанавливается преобразователь сигналов ARINC-429 (стандарт бортового интерфейса) в оптический для передачи его в оптическую линию передачи данных. В функции преобразователя входит модуляция передаваемых и детектирование принимаемых данных.

Рабочая станция представляет собой персональный компьютер или планшет с установленным на нем программным обеспечением, а также оптический приемопередатчик, совместимый с интерфейсом персонального компьютера.

В функции рабочей станции входит инициализация тестов систем воздушного судна, подключенных к централизованной системе контроля параметров, прием и обработка результатов тестирования. Алгоритмы проведения тестов хранятся в централизованной системе контроля параметров.

В работе было применено атмосферной оптической системы передачи информации (атмосферной оптической линии связи - АОЛС) для осуществления дистанционной диагностики оборудования воздушного судна без вмешательства в работу служб таможенного оформления и сервисного обслуживания воздушного судна.

В исследовании достигался тем, что вместо УКВ-радиосвязи в качестве линии связи применяется АОЛС инфракрасного диапазона. Сопоставительный анализ с прототипами показывает, что заявленный способ диагностики с точки зрения его практического применения отличается тем, что для его осуществления не требуется получения разрешения от служб по контролю связи в аэропорту. Кроме того, цена инфракрасных систем передачи информации значительно ниже цены средств УКВ радиосвязи. Линия инфракрасной связи более защищена от перехвата, чем линия УКВ связи.

Вышеизложенное позволяет считать способ дистанционной диагностики оборудования воздушного судна при помощи атмосферной оптической линии связи новым, так как аналогичных способов не обнаружено. Таким образом, можно считать, что заявленный способ соответствует критерию изобретения «Новизна». Сравнение заявленного решения не только с прототипом, но и с другими техническими решениями в данной области техники позволяют сделать вывод о соответствии критерию «существенные отличия», так как описание такого способа для дистанционного контроля параметров оборудования воздушного судна в литературе отсутствует

Предлагаемый способ дистанционной диагностики проиллюстрирован на рис.1 и приведена функциональная схема предлагаемой системы дистанционной диагностики. Предлагаемый способ может применяться на любом воздушном судне, где установлена централизованная система контроля параметров (ЦСКП). Такая система в настоящее время установлена на всех типах воздушных судов, эксплуатируемых Национальной авиакомпанией «Узбекистон Хаво Йуллари» (AIRBUS-320, BOEING-757, BOEING-767).

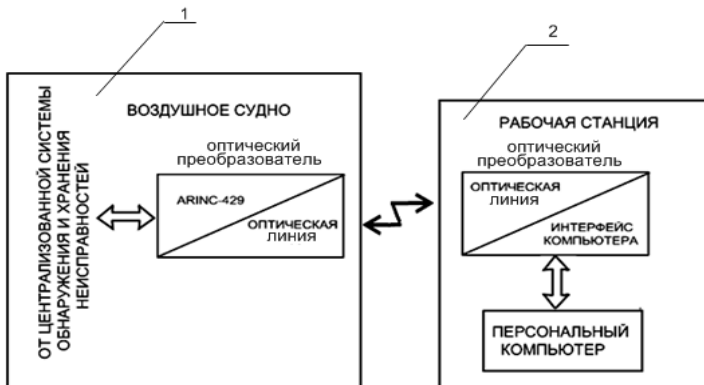


Рис.1. Общая структурная схема

Способ заключается в следующем. На воздушном судне устанавливается преобразователь сигналов ARINC-429 (стандарт бортового интерфейса) в оптический (1) для передачи его в оптическую линию передачи данных. В функции преобразователя входит модуляция передаваемых и детектирование принимаемых данных.

Рабочая станция (2) представляет собой персональный компьютер или планшет с установленным на нем программным обеспечением, а также оптический приемопередатчик, совместимый с интерфейсом персонального компьютера. В функции рабочей станции входит инициализация тестов систем ВС, подключенных к ЦСКП, прием и обработка результатов тестирования. Алгоритмы проведения тестов хранятся в ЦСКП.

Оптические сигналы, применяемые в предлагаемой оптической системе, соответствуют стандарту передачи данных IrDA [3].

Приемопередатчик бортового модуля дистанционной системы диагностики оборудования воздушного судна предлагается выполнить в сопряжении с наиболее распространенным в настоящее время интерфейсом USB 2.0. В качестве преобразователя сигнала ARINC 429 в формат USB 2.0 предлагается использовать переносной малогабаритный прибор ECE-0206-1C, выпускаемый компанией ЭЛКУС (Россия) [4].

Устройство ECE-0206 подключается к источникам и/или потребителям информации по стандарту ARINC 429 (ГОСТ 18977-79 и PTM1495-75) и может являться как имитатором приборов выдающих информацию, так и

устройством, обеспечивающим мониторинг и регистрацию данных по 4-м независимым входным каналам.

Все входные слова, приходящие по линиям ARINC 429, поступают на приемники соответствующих каналов (каналы №1-№4). Приемные каскады преобразуют сигнал от линии ARINC 429 в формат, понятный контроллеру входных/выходных каналов. Затем поступившие данные обрабатываются контроллером и передаются по локальной шине в буферную память контроллера USB. Дальнейшая выборка данных из буфера осуществляется по протоколу USB под управлением Хост контроллера ПК пользователя.

С учетом применения модуля ECE-0206 в качестве преобразователя сигнала из ARINC-429 в формат USB, предлагается развернутая структурная схема бортовой части дистанционной системы контроля представленная на рис.

Модуль ECE-0206 взаимодействует с ЦСКП по 6 каналам связи:

- 4 канала приема данных от ЦСКП
- 1 канал передачи данных в ЦСКП
- 1 канал передачи в ЦСКП разовых команд

Схема управления и буферизации данных предназначена для согласования и синхронизации данных, получаемых от рабочей станции или передаваемых в нее, с ЦСКП. Это необходимо в связи с тем, что к ЦСКП подключено множество систем, а количество каналов связи с модулем ECE-0206 ограничено, поэтому возникает необходимость временного хранения данных или команд, полученных от рабочей станции.

Схема бортового модуля предлагаемой системы дистанционного контроля параметров воздушного судна представлен на рис.2.

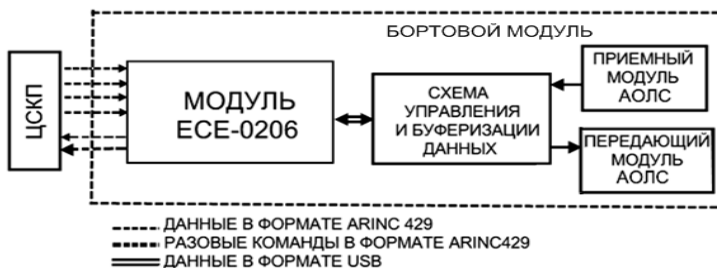


Рис.2. Схема бортового модуля

В функции передающего модуля входит модуляция данных оптическим сигналом, а в функции приемного модуля - их детектирование.

В качестве рабочей станции предложено использовать персональный компьютер с согласующим устройством. В качестве согласующего устройства предложено использовать комплект микроконтроллеров LZ85202 [5], преобразующих оптический сигнал, получаемый от бортового модуля, в USB формат.

Структурная схема рабочей станции приведена на рис.3.

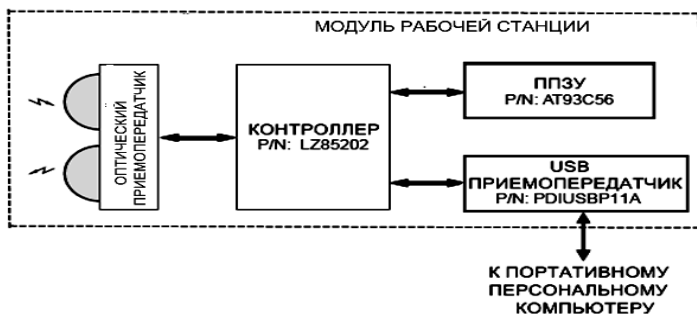


Рис.3. Схема рабочей станции

Оптический сигнал от бортового модуля поступает на оптический приемопередатчик, состоящий из приемника и передатчика. Затем производится обработка поступившего сигнала в контроллере и передача его в USB приемопередатчик, откуда он поступает на USB вход портативного персонального компьютера. Перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) предназначено для хранения программы работы устройства.

Применение предложенного способа дистанционной диагностики оборудования воздушного судна при помощи атмосферной оптической линии связи позволит повысить регулярность полетов, снизить задержки рейсов за счет экономии времени на проведении послеполетной диагностики одновременно с выполнением таможенных и организационных процедур на воздушном судне.

Список литературы

1. Описание системы AiRTHM
2. (<https://www.iata.org/whatwedo/workgroups/Documents/MCC-2014-ATH/D2/1210-1250-realtime-health-monitoring-Airbus.pdf>.)
3. Журнал «Aerospace and Electronic Systems», IEEE Transactions on (Volume:33, Issue: 2), стр. 637-641.
4. Свод стандартов IrDA –сайт www.irda.org.
5. <http://www.elcus.ru/pribors.php?ID=ece-0206-1c>.
6. http://www.ece.ualberta.ca/~ee401/parts/data/IrDA_Control_Host.pdf.

*В.М. Синєглазов, д.т.н., проф., Є.В. Даскал, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Автоматизована інформаційна система виклику автокарів

Представлена структура та базові алгоритми роботи автоматизованої інформаційної системи виклику автокарів та приведено опис кожного пристрою в системі. Для побудови безпроводної мережі пропонується mesh-топологія разом з застосуванням заснованого на стандарті IEEE 802.15.4 стеку протоколів LightweightMesh.

Будь який виробничий процес, являє собою сукупність взаємопов'язаних часткових процесів, серед яких основну частину становлять так звані технологічні процеси. Всі технологічні процеси вимагають чіткого управління ними, для забезпечення взаємопов'язаних вимог якості продукції та продуктивності виробничої установки, або дільниці. Продуктивність дільниці визначається простоями обладнання, втратами часу в разі несвоєчасного поповнення вхідних запасів сировини або навпаки через несвоєчасний вивіз продукції, втратами, пов'язаними з проведенням планових чи аварійних ремонтних робіт тощо. Тому важливою складовою систем управління продуктивністю є управління транспортними операціями.

Практично у всіх промислових виробничих приміщеннях, в тому числі в авіаційній галузі (наприклад, ремонтні цехи, ангари, цехи з сортування багажу) транспортні операції виконуються автокарами. При цьому від своєчасного сповіщення водія автокара про необхідність обслуговування тієї чи іншої виробничої дільниці залежить час очікування та виконання заявки.

Найпростіша схема виклику автокарів з використанням мобільного телефону має ряд недоліків:

- неможливість відправити заявку на всі автокари одночасно;
- майстер дільниці змушений чекати підтвердження прийняття заявки від автокара, якому він телефонує;
- водій автокара може вчасно не помітити вхідний дзвінок, особливо в умовах підвищеного шуму;
- складність отримання статистики викликів.

Все це може призвести до значних втрат часу, зупинки виробничих ліній та складності аналізу роботи автокарів.

Тому існує необхідність в автоматизації процесу виклику автокарів з метою підвищення ефективності виконання транспортних операцій.

Необхідно розробити структуру та алгоритми роботи автоматизованої системи виклику автокарів, яка б могла:

- максимально підвищити ефективність виконання транспортних операцій автокарами;
- розвантажити від зайвих дій майстра дільниці;
- вчасно та наочно надавати водієві автокара повну інформацію про вхідні заявки;

- надавати можливість начальнику цеху виконувати моніторинг роботи автокарів в реальному часі, а також аналізувати статистику за певний період часу;
- система має використовувати бездротовий зв'язок.

Також важливою вимогою є надійна робота системи в умовах значного електромагнітного та акустичного шуму, які властиві промисловим приміщенням.

Для вирішення поставленої задачі пропонується застосувати три типи пристроїв:

- 1) Пульти виклику автокара, які встановлюються на кожній робочій дільниці;
- 2) Пульти приймання виклику, які встановлюються в кабіні водія кожного автокара;
- 3) Моніторингово-керуючий пристрій (МКП), який знаходиться на робочому місці начальника цеху та має з'єднання з персональним комп'ютером зі встановленим спеціальним програмним забезпеченням.

Структура автоматизованої інформаційної системи виклику автокарів (АІСВА) зображена на рис. 1.

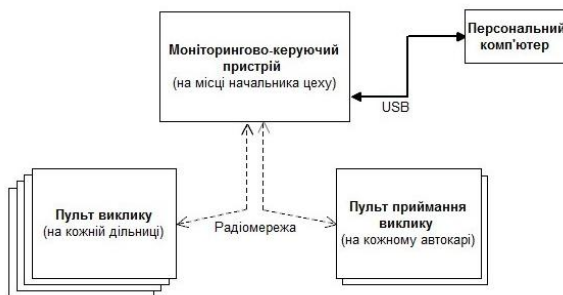


Рис. 1. Структура АІСВА

Кожен пристрій в системі окрім своїх специфічних периферійних модулів обладнаний мікроконтролером, приймачем-передавачем(так званий transceiver) та антеною для передачі інформації через радіомережу.

В загальному випадку алгоритм роботи системи виклику автокарів наступний:

- 1) В разі необхідності обслуговування автокаром, майстер дільниці за допомогою пульта виклику здійснює виклик тим самим формує нову заявку на обслуговування.
- 2) Заявка на обслуговування відображається на дисплеях пультів приймання виклику всіх вільних автокарів у форматі: Назва дільниці – Час який пройшов з моменту подання заявки(час очікування дільниці). Список заявок на дисплеї формується відповідно до системи пріоритетів, що задаються для кожного автокара.

- 3) Якщо один з водіїв автокарів вільний і готовий приймати заявку, він підтверджує приймання заявки шляхом натиснення кнопки на своєму пульті. Обрана заявка закріплюється за цим автокаром і зникає з черги на дисплеях інших автокарів. З цього моменту автокар вважається зайнятим і для нього пішов відлік часу обслуговування. Спеціальний алгоритм арбітражу унеможливорює прийняття однієї заявки більше ніж одним автокаром.
- 4) Автокар вирушає до дільниці та виконує обслуговування. По завершенню виконання заявки майстер дільниці на своєму пульті виклику натискає кнопку «Завершено» тим самим підтверджуючи виконання. З цього моменту закінчується час обслуговування і автокар знову вважається вільним.

Пульт виклику містить три функціональні кнопки та чотири світлодіоди. Кнопкою «Виклик» майстер дільниці здійснює виклик автокара, про реєстрацію заявки в системі сигналізує світлодіод «Зареєстровано». Світлодіод «Прийнято» сигналізує про прийняття заявки одним з автокарів. Інші два світлодіоди «Зв'язок» і «Живлення» сигналізують про наявність радіозв'язку з іншими пристроями в системі та наявність живлення відповідно.

Майстер дільниці окремою кнопкою на своєму пульті може відмінити свою заявку на обслуговування. Якщо в момент відміни заявка знаходиться в черзі і жоден автокар ще не прийняв її то заявка видаляється з черги. Якщо в момент відміни один з автокарів вже прийняв заявку то на дисплеї автокара виводиться відповідне повідомлення.

Пульт приймання виклику обладнаний дисплеєм, функціональними кнопками та високочастотним динаміком для сповіщення про прихід нової заявки. На дисплей виводиться список дільниць, що чекають на обслуговування, час очікування та інша необхідна інформація. Коли автокар вільний, водій вибирає зі списку ділянку з найбільшим пріоритетом і підтверджує прийняття заявки. Автокар може сповістити систему про неспроможність приймати заявки або виконати прийняту заявку через аварію або з іншої причини відповідною кнопкою. Усі ці дії та час їх настання фіксуються в системі, що дозволяє згодом проводити аналіз роботи водіїв автокарів.

Головним у системі є моніторингово-керуючий пристрій(МКП), що розміщується на робочому місці начальника цеху та має з'єднання за персональним комп'ютером по інтерфейсу USB. МКП виконує функцію центрального пристрою в АІСВА через який проходить вся інформація про події в системі і який виконує автоматичне керування викликами.

Пристрій приймає інформацію про події в системі і передає її по інтерфейсу USB в персональний комп'ютер для подальшого зберігання, обробки та відображення в спеціальному програмному забезпеченні, яке дозволяє здійснювати моніторинг системи у реальному часі, змінювати налаштування системи та переглядати історію та статистику подій в системі за певний проміжок часу. Зокрема, по кожному автокару доступна така інформація:

- кількість виконаних викликів;

- сумарний час виконання викликів;
- сумарний час простою через аварію;
- сумарний час простою через іншу неможливість прийняти виклик;
- сумарний час простою коли автокар вважається вільним.

Для забезпечення надійної передачі інформації між пристроями системи в умовах значних електромагнітних перешкод при побудові системи в якості основного мікроконтролера використовувався чіп Atmega256RFR2 фірми Atmel. Цей чіп належить до класу SoC (systemonchip), і об'єднує в собі найкращі в своєму класі 8-розрядний мікроконтролер ATmega та приймач-передавач (transceiver) на частоті 2.4 ГГц. Даний чіп дозволяє організувати бездротову розподілену mesh-мережу (рис 2.) [1], яка об'єднує пристрої трьох типів: а) сенсорні або кінцеві вузли; б) маршрутизатори; в) сервер.

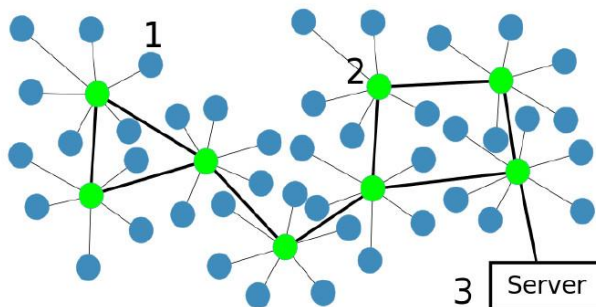


Рис. 2. Топологія mesh-мережі. 1- кінцевий пристрій; 2-маршрутизатор; 3-координатор.

Сервер або координатор є головним в мережі і забезпечує організацію мережі, вибирає політику безпеки мережі, дозволяє або забороняє підключення до мережі нових пристроїв, а також при наявності перешкод в радіоефірі ініціює процес переведення всіх пристроїв в мережі на інший частотний канал.

Маршрутизатори або роутери мають стаціонарне живлення та відповідають за перенаправлення пакетів в мережі. На вузлах цього типу лежить відповідальність за маршрутизації мережевого трафіку. Роутери постійно підтримують спеціальні таблиці маршрутизації, які використовуються для прокладання оптимального маршруту і пошуку нового, якщо раптом який-небудь пристрій вийшло з ладу.

Кінцеві пристрої більшу частину часу знаходяться в сплячому режимі і виконують прийом-передачу повідомлень найближчому маршрутизатору зазвичай при необхідності (натиснута кнопка або спрацювання датчика) або через певні проміжки часу. Завдяки цьому кінцеві пристрої мають низьке енергоспоживання і можуть довго працювати від вбудованого джерела живлення.

На відміну від мереж, побудованих на топології типу «зірка», mesh-мережі мають суттєві переваги, серед яких:

- Завдає стійкості за рахунок використання альтернативних маршрутів передачі інформації;
- Низьке споживання енергії за рахунок відсутності потужних передавачів та використання кінцевих пристроїв, які більшу частину часу можуть знаходитись у режимі сну. Кожному вузлу системи достатньо підтримувати зв'язок лише з сусідніми вузлами.
- Самоорганізація та самовідновлення системи.

Слід відмітити, що розподіл на кінцеві вузли і маршрутизатори встановлюється виключно програмним шляхом. Тому в нашому випадку функції координатора мережі виконує МКП, пульти приймання виклику на автокарах є кінцевими пристроями, а пульти виклику є одночасно роутерами і кінцевими пристроями.

Обраний мікроконтролер дозволяє передавати дані по протоколам, сумісним з стандартом IEEE 802.15.4/ZigBee на частоті 2.4 ГГц. Стандарт IEEE 802.15.4 описує передачу даних на двох найнижчих рівнях моделі OSI–PHY (прийом і передача бітів) і MAC (адресація). Стек протоколів ZigBee розроблений як надбудова над стандартом IEEE 802.15.4 і реалізує всі наступні рівні – NWK (маршрутизація) та APL (команди, що виконуються безпосередньо з програми для пересилання по мережі).

Для даного проекту найбільш підходящим виявився стек протоколів Atmel Lightweight Mesh. Цей стек протоколів розроблений спеціально для мікроконтролерів фірми Atmel і надається безкоштовно у вигляді вихідного коду у складі середовища розробки AtmelStudio [2]. LwMesh реалізовує стандарт IEEE 802.15.4, а також лише базову функціональність NWK рівня, проте він є не сумісним з загальноприйнятими ZigBee протоколами. Але його функціональність повністю покриває вимоги до системи.

Висновки. Запропонована структура та алгоритми роботи автоматизованої інформаційної системи виклику автокарів дозволяють максимально підвищити ефективність роботи транспортних процесів у промислових виробничих приміщеннях, в тому числі в авіаційній галузі. Використання моніторингово-керуючого пристрою надає начальнику цеху можливість безперервного моніторингу роботи системи, протоколювання всіх подій в системі, проведення аналізу роботи автокарів за певний проміжок часу. Використання безпроводної mesh-мережі на основі стандарту IEEE 802.15.4 підвищує надійність системи, та завдяки готовому стеку протоколів LightweightMeshy вигляді вихідного коду зменшується час розробки системи.

Список літератури

1. Осипов И.Е. Mesh-сети: технологии, приложения, оборудование // Технологии и средства связи. – 2006. – № 4. – с. 39-45
2. Atmel Lightweight Mesh Developer Guide [Ел.Ресурс]: http://www.atmel.com/Images/Atmel-42028-Lightweight-Mesh-Developer-Guide_Application-Note_AVR2130.pdf

Н.Ф. Тупицин, доцент
(Национальный авиационный университет, Украина)

Приближенный расчет параметров устройства посадки БЛА на трос

В работе получены аналитические выражения, позволяющие производить приближенный расчет параметров устройства посадки БЛА на трос. Определена связь между длиной эластичного троса и величиной его растяжения при посадке БЛА.

Вступление и анализ проблемы. Беспилотные ЛА, запускаемые с рук или со стартовой направляющей установки (катапульты), необходимо обеспечить безопасной посадкой. Иногда, запускаемые таким образом ЛА оснащают парашютом, с помощью которого осуществляется их посадка. В последние годы стали разрабатывать и применять специально разработанные способы посадки для БЛА без шасси: посадка на трос или в сеть [1-3].

Результатом применения устройств посадки (УП) БЛА на трос (в сеть) является повышение его экономической и технической эффективности за счет увеличения полезной загрузки ЛА в связи с отсутствием на его борту шасси. Кроме того, посадка ЛА при помощи таких устройств может быть проведена на площадку ограниченных размеров в заданном месте.

Известные УП [1,2], содержат: трос, растянутый поперек траектории ЛА, тормозной крюк, устройство захвата троса и амортизатор, расположенные на ЛА. Устройство посадки [1] предполагает наличие, размещенного на ЛА, тормозного крюка, размещенного в месте посадки упругого троса с амортизатором тормозных ворот и отличается от других устройств тем, что имеет первые и вторые ворота, причем высота размещения троса первых ворот $H1$ больше, чем высота размещения троса вторых ворот $H2$ на величину ΔH , так, что

$$\Delta H \geq gl^2 / (2V_{ЛА}^2),$$

где g — ускорение свободного падения, l — расстояние между посадочными воротами, которое зависит от жесткости тормозного троса и характеристик амортизатора, $V_{ЛА}$ — посадочная скорость ЛА.

При предположении, что тросы обоих ворот не эластичны, в работе [3] определена связь между коэффициентами жесткости амортизационных пружин устройства посадки и кинетической энергией БЛА.

Постановка задачи. Целью данной работы является приближенный расчет параметров устройства посадки БЛА на трос. В обоих случаях посадки БЛА как на трос, так и в сеть, его кинетическую энергию парируют за счет эластичных тросов и амортизационных устройств.

Пусть эластичный трос между опорами тормозных ворот O и $O1$ имеет длину L перед посадкой ЛА, как это показано на рис. 1. Предположим также, что при зацепке троса происходит абсолютно неупругий удар, т.е. удар при котором скорости ЛА и троса в точке сцепления становятся равными и

продолжают дальнейшее своё движение как единое тело. Далее происходит равнозамедленное движение ЛА с тросом на расстоянии Δl за время t . В результате скорость ЛА замедляется до нулевого значения.

Решение задачи. Полное решение задачи можно условно разделить на две части: 1) определение кинематических параметров движения БЛА при посадке на трос; 2) определение динамических параметров движения БЛА.

Для расчета кинематических параметров движения БЛА запишем два уравнения с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} V_{\dot{E}A}(t) = at; \\ \Delta l = \frac{at^2}{2}, \end{cases} \quad (1)$$

где a – ускорение торможения БЛА при его сцеплении с тросом,

$V_{\dot{E}A}(t) = V_{\dot{E}A}$ – посадочная скорость ЛА. При заданных величинах $V_{\dot{E}A}$ и Δl решение (1) представляет собой тривиальную задачу и не зависит от 2-ой части полного решения.

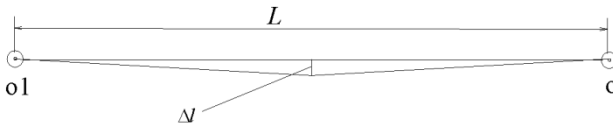


Рис. 1 К расчету растяжения троса при посадке БЛА

Предположим, что зацепление тормозным крюком производится посередине троса. В этом случае, каждая половина троса будет растянута на величину

$$\Delta l_1 = (\sqrt{(L^2 + 4(\Delta l)^2)} - L) / 2. \quad (2)$$

Величина растяжения половины троса Δl_1 по закону Гука определяется в виде

$$\Delta l_1 = \frac{F_1}{SE} \left(\frac{L}{2} \right), \quad (3)$$

где F_1 – сила растяжения половины троса, S – площади поперечного сечения троса, E – модуль Юнга.

По 2-му закону Ньютона величина силы растяжения троса $F = 2 F_1$ определяется произведением масса ЛА на его ускорение торможения, т.е.

$$F = m_{\text{ЛА}} \quad (4)$$

Приравнивая правые части уравнений (2) и (3) с учетом (4), получим уравнение для величины L в виде

$$L = \sqrt{\frac{4(\Delta l)^2}{(1+\eta)^2 - 1}} = 2\Delta l \sqrt{\frac{1}{(1+\eta)^2 - 1}}, \quad (5)$$

где параметр $\eta = \frac{m_{\text{ЛА}} a}{2SE}$.

Как следует из (5), длина эластичного троса L , которая обеспечивает торможение БЛА на расстоянии Δl , прямо пропорциональна величине Δl , а кроме того, зависит от величин $m_{\text{ЛА}}$, a , S и E .

Величину растяжения половины эластичного троса Δl_1 можно вычислить по формуле

$$\Delta l_1 = \eta \Delta l \left(\sqrt{\frac{1}{(1+\eta)^2 - 1}} \right). \quad (6)$$

При посадке на трос БЛА будет испытывать перегрузку, величина которой равна

$$n_x = ma/mg = a/g. \quad (7)$$

Считая, что при торможении ЛА его кинетическая энергия переходит в потенциальную энергию растянутого троса запишем

$$\frac{m_{\text{ЛА}} V_{\text{ЛА}}^2}{2} = K_T \frac{(2\Delta l_1)^2}{2},$$

где K_T – коэффициент жесткости троса тормозных ворот.

Величина K_T зависит как от свойств материала, так и от размеров троса. Зависимость величины K_T от размеров троса [4] K_T

Пример расчета посадки БЛА на трос. В качестве примера выберем украинский БЛА А-3 «Ремез», имеющий взлетную массу 10.00 кг и скорость полета 105.00 км/ч (29.17 м/с). При этом будем рассматривать следующий диапазон изменения Δl : от 0.1 м до 1.5 м.

Решая систему (1) для заданных исходных данных, получим числовые значения для t , a и n , которые приведены в Табл. 1. Как следует из расчетов, тормозной путь $\Delta l = 0.1$ м недостаточен для БЛА данного типа, поскольку возможно его разрушение при перегрузке более, чем 430 ед.

Проведенные расчеты для тросов с поперечным сечением $S = 4 \text{ см}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, выполненных из шелковых нитей ($E_w = 13.0 \times 10^9 \text{ Па}$) и из резины ($E_p = 0.9 \times 10^9 \text{ Па}$), показали (Табл. 2), что потребная длина троса из шелковых нитей в несколько раз превышает длину троса, выполненную из резины. Так, например, для $\Delta l = 1.5$ м превышение длины троса, выполненного из шелковых нитей над длиной троса, выполненной из резины составляет около 100 м.

Таблица 1

Расчетные значения для t , a и n для заданных исходных данных

Δl , м	0,1	0,8	1,5
t , с	0,0069	0,0549	0,1028
a , м/с ²	4254,45	531,81	283,63
n	433,68	54,21	28,91

Таблица 2

Расчетные значения длины тормозного троса и его удлинения при посадке БЛА для заданных исходных данных

Материал троса	Резина		Шелковая нить	
Δl , м	0,8	1,5	0,8	1,5
η	0,007386	0,003939	0,000511	0,000273
L , м	13,14	33,77	50,03	128,45
Δl_1 , м	0,0485	0,0665	0,0128	0,0175

Выводы. В работе получены аналитические выражения, позволяющие производить приближенный расчет параметров устройства посадки БЛА на трос. Приведенные расчеты показали, что потребные величины тормозных тросов, без дополнительных амортизирующих устройств (пружин), слишком велики для практического применения. Кроме того, при посадке на трос БЛА могут испытывают значительные продольные перегрузки, которые могут привести к сбою в функционировании различных систем БЛА.

Список литературы

1. Синеглазов В.М., Тупицин Н.Ф., Удовенко О.О. Пристрій для посадки безпілотного літального апарата. Пат. №53306 Україна, МКИ В64С 25/00. – № u200909337; Заявл. 11.09.09; Опубл. 11.10.10, Бюл. №19. – 4 с.
2. Патент Российской Федерации на полезную модель 43845, Система посадки летательного аппарата на трос. В 64 F 1/02, 2005 / В. В. Редников
3. Тупицин Н. Ф., Тупицина Л. В., Юрченко. А.С. Расчет характеристик устройства посадки беспилотного летательного аппарата. Електроніка та системи управління №3 (29). 2011. Київ, НАУ, с. 90–94.4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

Виставка, калібрування та обробка інформації інерціальних датчиків

Розглядаються алгоритми виставки, калібрування та обробки інформації блоку мікромеханічних інерціальних датчиків для безпілотних літальних апаратів з катапультним стартом.

При використанні у складі безплатформної ініціальної навігаційної системи (БІНС) вимірювального модуля навіть грубих мікромеханічних (MEMS) датчиків: гіроскопів і акселерометрів, можна забезпечити числення кутів кренові й тангажу з прийнятною точністю, використовуючи схему швидкісної корекції для демпфірування шулеровських коливань за інформацією від супутникової навігаційної системи (СНС) та схеми комплексування MEMS гіроскопів і акселерометрів. Однак при цьому залишається проблема визначення курсу, оскільки існуючий курсовий MEMS гіроскоп не в змозі почути навіть кутову швидкість обертання Землі. Тому похибка обчисленого за алгоритмами БІНС курсу постійно зростає в часі, що свідчить про нестійкість азимутального каналу БІНС.

У роботі пропонується схема побудови малогабаритної БІНС, яка включає інерціальний модуль MEMS датчиків (ІММД) та трикомпонентний малогабаритний магнітометр (МГ). Сигнали МГ дозволяють моделювати на борті БПЛА напрям на магнітний Північний полюс і використовуються для обмеження погрішності ІММД за курсом. До переваг такої схеми побудови БІНС варто віднести точності числення параметрів орієнтації БПЛА на рівні сучасних інерціальних модулів на динамічно настроюваних гіроскопах.

Для підвищення точності роботи БІНС побудованої на грубих MEMS датчиках потрібно здійснювати їхнє передстартове калібрування, яке полягає у визначенні повного дуже не стабільного вектора власних систематичних похибок модуля ІММД. При цьому варто розділяти процедури калібрування і процедури початкової виставки БІНС.

Режим виставки це один з головних режимів роботи будь-якої інерціальної системи. В азимуті прискорена виставка БІНС повинно здійснюватися за інформацією датчика курсу. Процес виставки БІНС у горизонті зазвичай виконується по корпусу БПЛА або за сигналами акселерометрів. Проте виставка БІНС за сигналами не відкаліброваних грубих MEMS акселерометрів може призвести до великих похибок процедури горизонтування.

У статті пропонується виставку БІНС БПЛА проводити за інформацією від апаратури стартової катапульти з опорою на данні магнітометра і приймача СНС БПЛА. Спеціалізований модуль керування стартом, установлений на катапульти, окрім обчислення стартових параметрів і перевірки всіх систем БПЛА забезпечує також процес передстартової виставки БІНС БПЛА. Апаратура, що забезпечує процес виставки, має містити: прийомну апаратури супутникової навігаційної системи з рознесеними антенами та еталону вертикаль, що побудована на високоточних гіроскопах або на акселерометрах.

На відміну від виставки БІНС у польоті виставка на стартовій катапульти значно спрощена, тому що відсутній рух основи і є точна інформація про положень БПЛА відносно стартової катапульти. У процесі початкової виставки повинні бути обчислені параметри, що характеризують взаємну орієнтацію тригранника осей, зв'язаного з БПЛА, і тригранника, прийнятого за навігаційний у процесі початкової виставки. У якості навігаційного зручно вибирати триєдр, осі якого спрямовані по осях географічного тригранника. У процесі початкової виставки обчислюється матриця направляючих косинусів між осями зв'язаного й осями навігаційного тригранника.

Процедура виставки в горизонті зводиться до передачі інформації про кути крену й тангажу основи катапульти (з урахуванням кута нахилу стартової смуги до горизонту) в обчислювач БІНС. Для азимутальної виставки використовується інформація про курсове положення катапульти, що сформована мультіантенною приймальної апаратурою катапульти та магнітометром БІНС.

Точність визначення азимутальної орієнтації за інформацією мультіантенного приймача GPS (у градусній мері) визначається формулою:

$$\sigma_{\psi_{\text{GPS}}} \approx 0.15^\circ/D,$$

де D – вимірювальна міжантенна база; $\sigma_{\psi_{\text{GPS}}}$ – СКО похибки визначення курсу від GPS.

При довжині стартової смуги катапульти рівної 3 м $\sigma_{\psi_{\text{GPS}}} = 0,05^\circ$, а СКО помилка магнітометра $\sigma_{\psi_{\text{МГ}}}$ у визначенні магнітного курсу при ретельному врахуванні магнітного схилення та девіації складає порядку $0,25^\circ$.

Наявність надлишкової навігаційної інформації спонукає застосовувати додаткові алгоритми обробки цієї інформації з використанням методу максимуму правдоподібності або методу найменших квадратів. Алгоритм одержання оцінки за методом максимуму правдоподібності має вигляд:

$$\hat{\mathbf{X}}_m = (\mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{Z}_m.$$

де \mathbf{H} – матриця зв'язків спостереження; \mathbf{R}_z – кореляційна матриця похибок вимірників; \mathbf{Z}_m – накопичені спостереження про значення курсу від МГ і GPS.

Кореляційну матрицю похибок вимірників можна отримати на основі дисперсій похибок GPS і МГ. Зокрема це

$$\mathbf{H} = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \end{vmatrix}; \quad \mathbf{R}_z = \begin{vmatrix} \sigma_{\psi_{\text{GPS}}}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{\psi_{\text{МГ}}}^2 \end{vmatrix}; \quad \mathbf{Z} = \begin{vmatrix} z_{\text{GPS}} \\ z_{\text{МГ}} \end{vmatrix}$$

$$\text{тоді } (\mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T \mathbf{R}_z^{-1} = \begin{vmatrix} \frac{\sigma_{\psi_{\text{GPS}}}^2}{\sigma_{\psi_{\text{GPS}}}^2 + \sigma_{\psi_1}^2 \bar{A}} & \frac{\sigma_{\psi_1}^2 \bar{A}}{\sigma_{\psi_{\text{GPS}}}^2 + \sigma_{\psi_1}^2 \bar{A}} \end{vmatrix}.$$

Отримані оцінки визначення азимутальної орієнтації використовуються для азимутальної виставки БІНС БПЛА.

Процес калібрування це наступний підготовчий етап робіт БІНС. У багатьох дослідженнях пропонується калібрувати датчики БІНС, використовуючи алгоритми калмановської фільтрації, що базуються на математичних моделях похибок інерціальних вимірників або на математичній моделі всієї інерціально-супутникової навігаційної системи (ІНС).

Природно, що модель матриці похибок системи містить складові дрейфів інерціального модуля MEMS-датчиків, тому фільтр Калмана виробляє оптимальну оцінку систематичної складової погрішності цих датчиків з точки зору мінімуму помилки оцінювання. Результати моделювання процесів калібрування акселерометра (похибка оцінювання $\Delta(\Delta a_3)$) і датчики кутової швидкості (похибка оцінювання $\Delta(\Delta \epsilon_{s1})$) з використанням калманівської фільтрації наведені на рис. 1

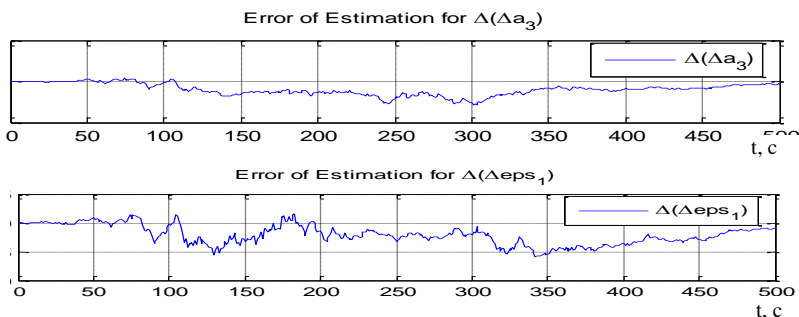


Рис. 1. Моделювання процесів калібрування з використанням калманівської фільтрації

Тривалість такої процедури калібрування досить велика й складає десь порядкові 10 хв. Тому пропонується передстартове калібрування датчиків кутової швидкості БІНС з крену й тангажу (основні джерела похибок числення кутової орієнтації) здійснювати при виставленій системі, використовуючи інформацію про помилки формування інтегральної підсилення в цих ланцюгах судити про значення систематичний складових погрішностей MEMS-датчиків кутової швидкості. У ланці додаткового контурові інтегральної корекції, який уводиться в коло формування проекцій вектора абсолютної кутової швидкості на осі зв'язаної системи координат необхідно врахувати проекції кутової швидкості обертання Землі, тобто вважати що

Формуючи при калібруванні додатковий контур корекції з ланцюгами швидкісного зворотного зв'язку, який забезпечить зменшення періоду з одночасним демпфірування шулеровських коливань (на етапі такого калібрування доводиться жертвувати інваріантністю системи по відношенню до ударів і вібрацій), можна за коефіцієнтами підсилення в цих ланцюгах судити про значення систематичний складових погрішностей MEMS-датчиків кутової швидкості. У ланці додаткового контурові інтегральної корекції, який уводиться в коло формування проекцій вектора абсолютної кутової швидкості на осі зв'язаної системи координат необхідно врахувати проекції кутової швидкості обертання Землі, тобто вважати що

$$\omega_{y\Sigma} = \omega_{yE\Lambda} - \omega_{yNHE}; \quad \omega_{x\Sigma} = \omega_{xE\Lambda} - \omega_{xNHE}; \quad \omega_{z\Sigma} = \omega_{zE\Lambda} - \omega_{zNHE},$$

де $\omega_{y\Lambda}, \omega_{x\Lambda}, \omega_{z\Lambda}$ – проекції кутової швидкості ЛА відносно інерціального просторові на осі зв'язаної СК, які на етапі калібрування

дорівнюють величині систематичного дрейфові відповідного датчика кутової швидкості;

$\omega_{xNHE}, \omega_{yNHE}, \omega_{zNHE}$ – проекції кутової швидкості навігаційного тригранника відносно інерціального просторові на осі зв'язаної СК, які на етапі калібрування враховують тільки проекції кутової швидкості обертання Землі – $\Omega_N = \Omega_3 \cos B$; $\Omega_H = \Omega_3 \sin B$; $\Omega_E = 0$

$$\begin{bmatrix} \omega_{xNHE} \\ \omega_{yNHE} \\ \omega_{zNHE} \end{bmatrix} = \mathbf{B}^T \begin{bmatrix} \Omega_N \\ \Omega_H \\ \Omega_E \end{bmatrix}$$

де B – географічна широта точки старту БПЛА; \mathbf{B} – матриця направляючих косинусів між осями зв'язаного й осями навігаційного тригранника.

Тривалість пропонованої процедури калібрування значно менше й складає десятків секунд. Калібрування азимутального гіроскопа при наявності в складі БІНС магнітометра можна здійснювати й в польоті за інформацією про нев'язку численних і вимірюваних значень швидкостей зміни курсу.

Результати досліджень робочих режимів БІНС (точність числення параметрів кутової орієнтації, зокрема кута тангажа) після проведення процедури передстартового калібрування датчиків кутової швидкості у порівнянні з не відкаліброваними датчиками наведені на рис. 2. При дослідженні використовувалась модель



Рис. 2. Дослідження робочих режимів БІНС

БІНС, модель супутникової системи навігації, як еталона, але викривлена білим шумом навігаційна система й модель схеми, що реалізує процедуру передстартового калібрування. При моделюванні не стабільного вектора систематичних похибок модуля ІММД використовувався білошумний формуючий фільтр. Результати моделювання свідчать про суттєве зменшення похибки числення параметрів кутової орієнтації після проведення процедури передстартового калібрування.

Висновки. Пропонований спосіб калібрування здійснюється за алгоритмами аналогічними алгоритмам робочого режиму БІНС, використовуючи інформацію не про зашумлені сигнали інерціальних вимірників, а інформацію БІНС по кутах орієнтації та про значення північної і східної складової лінійної швидкості, які є при калібруванні похибками системи. Виставка і калібрування БІНС БПЛА від апаратури стартової катапульты значно прискорює й покращує точність цих процедур.

Список літератури

1. Філяшкін М.К., Рогожин В.О., Скрипеч А.В., Лукінова Т.І. Інерціально-супутникові навігаційні системи. – К.: НАУ, 2009. – 306 с.

В.В. Михайленко, канд. техн. наук, Р.О. Рокицький,
А.М. Панченко, Ю.С. Язенок, В.С. Ярош
(Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського", Україна)

Дослідження електромагнітних процесів у перетворювачі з семизонним регулюванням вихідної напруги

У статті проведено аналіз електромагнітних процесів в електричних колах з напівпровідниковими комутаторами. Створено математичну модель для аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах з широтно-імпульсним регулюванням вихідної напруги.

Аналіз електромагнітних процесів.

Якісне перетворення електричної енергії дозволяє використовувати в установках ланку високої частоти з частотою переключення вентилів значно більшої від частоти змінної напруги промислової мережі. У роботах [1-3] показана доцільність використання структур перетворювачів частоти (ПЧ) з однократною модуляцією при побудові систем вторинного електропостачання для комплексів діагностики електромеханічних пристроїв із різноманітним видом вхідної енергії. У даній роботі проведено аналіз аспекту використання тієї ж структури ПЧ в якості ланки високої частоти, що стосується побудови й аналізу перетворювачів для з широтно-імпульсним регулюванням (ШПР) постійної напруги при семизонному керуванні.

Метою роботи є використання методу багатопараметричних функцій з використанням пакету MATCAD для аналізу електромагнітних процесів в електричних колах з напівпровідниковими перетворювачами.

Узагальнена структурна схема перетворювача показана на рис. 1. На структурній схемі позначені: *СМА*, *СМВ*, *СМС* – силові модулятори (СМ) фазних напруг *A*, *B* і *C* відповідно, *ВВ* – високочастотний випрямляч, *H* – навантаження. Сукупність СМ, підключених до енергетичної мережі паралельно і з'єднаних по виходу послідовно, представляє собою ланку високої частоти перетворювача.

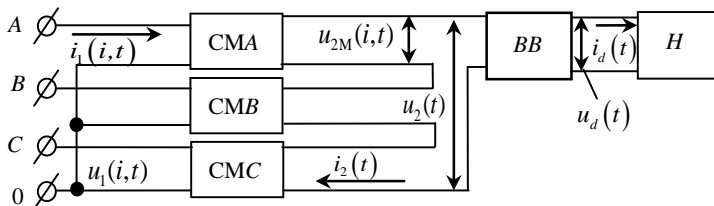


Рис. 1. Структурна схема перетворювача

Таким чином кожен СМ має в своєму складі *N* інверторів випрямленої напруги (ІВН), де *N* – це число інверторів. При складанні математичної моделі перетворювача використовуємо метод багатопараметричних модулюючих функцій [1].

При цьому приймаємо такі припущення: вхідна енергетична мережа симетрична і її внутрішній опір дорівнює нулю, транзистори і діоди ІВН представляються ідеальними ключами, трансформатори не мають втрат, а навантаження перетворювача має еквівалентний активно-індуктивний характер. Дана структура дозволяє реалізувати багатоканальний спосіб перетворення параметрів електромагнітної енергії мережі, при якому в СМ здійснюється розгалужена модуляція миттєвих значень, попередньо випрямлених фазних напруг $u_i(i, t)$, частоти ω_1 , трифазної енергетичної мережі відповідними еквівалентними модулюючими впливами $\psi(\alpha_p, t)$, частоти ω_2 .

Вихідну напругу перетворювача $u_d(t)$ знаходимо з виразу

$$u_d(t) = \sum_{p=1}^7 \sum_{i=1}^3 k_T u_i(i, t) \phi(i, t) \psi(\alpha_p, t) v(t), \quad (1)$$

де $i = 1, 2, 3$ – номери фаз мережі; k_T – коефіцієнт трансформації трансформатора; $p = 1, 2, 3, \dots, n$ – номери зон регулювання вихідної напруги; $\phi(i, t)$ – функції прямокутного сіноса, співпадаючі за часом з положенням відповідних фазних напруг мережі; $u_i(i, t)$ – миттєві значення напруги мережі; $v(t)$ – функція прямокутного сіноса, співпадаюча за часом з положенням напруги $u_2(t)$.

Струм навантаження знайдемо, як реакцію одноконтурного RL–ланцюга на дію напруги (1). Для цього диференціальне рівняння, складене для вихідного контуру перетворювача, представимо у вигляді

$$D(t, y) = \frac{u_d(t)}{L} - \frac{R}{L} y_0, \quad (2)$$

де: y_0 – визначається з початкових умов; R і L – відповідно активний опір і індуктивність навантаження.

Розв'язок (2) відносно струму навантаження визначаємо чисельним методом у вигляді матриці

$$i_d(t) = \text{rkfixed}(y, 0, k, s, D), \quad (3)$$

де: y – вектор початкових умов; $0, k$ – часовий інтервал рішень; s – кількість точок на часовому інтервалі рішень; D – вектор функція диференціальних рівнянь.

Вхідний струм височастотного випрямляча має вигляд

$$i_2(t) = i_d(t) v(t). \quad (4)$$

Для визначення струмів інверторів i -х фаз для кожної p -ї зони врахуємо, що $i_2(t)$ протікає в загальному контурі всіх СМ і приймаємо до уваги алгоритмічне рівняння (1). При цьому в загальному вигляді

$$i_1(n, i, t) = \frac{i_2(t) \psi(\alpha_p, t) \phi(i, t)}{k_T}. \quad (5)$$

Для визначення струмів i -х фаз енергетичної мережі у всьому діапазоні регулювання вихідної напруги виконаємо підсумовування вхідних струмів

інверторів всіх зон регулювання в кожній з i -ї фази. Враховуючи рівняння (5) загальний вираз для струмів i -х фаз енергетичної мережі має вигляд

$$i_1(i, t) = \sum_{p=1}^7 i_1(p, i, t). \quad (6)$$

Часові діаграми струму та напруги навантаження та вхідних струмів i -х фаз мережі в координатах фазних напруг, побудовані за (1), (3) та (6) для семизонного регулювання, представлені на рис. 2.

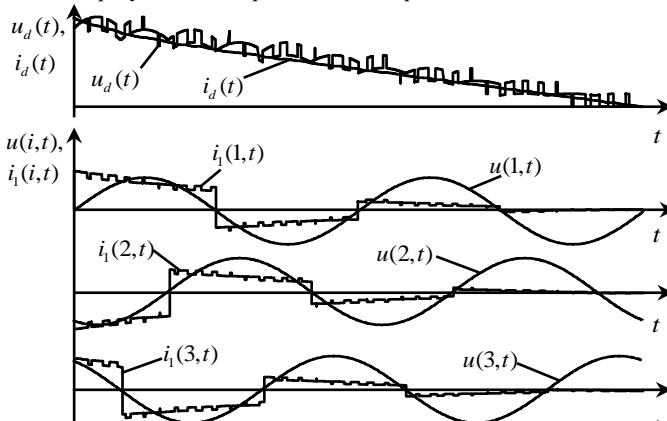


Рис. 2. Часові діаграми струму та напруги навантаження та вхідних струмів i -х фаз енергетичної мережі в координатах фазних напруг

Висновки

У даній роботі було виконано аналіз електромагнітних процесів в електричних колах з напівпровідниковими перетворювачами. У роботі розвинуто метод багатопараметричних функцій в частині розробки нової математичної моделі з багатозонним регулюванням вихідної напруги та визначення модулюючих функцій для аналізу електричних кіл з напівпровідниковими комутаторами. Використання методу багатопараметричних модулюючих функцій у електричних колах змінної структури є доцільним, якщо в їх ланках є не більше трьох незалежних реактивних елементів.

Список літератури

1. Макаренко М. П. Аналіз електромагнітних процесів у перетворювачах з багатозонним регулюванням вихідної напруги функціями багатопараметричного виду / М. П. Макаренко, В. В. Михайленко // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Силовая електроніка та енергоефективність". – 2002. – Ч. 1. – С. 19–22.
2. Макаренко М.П. Деякі аспекти комп'ютерного аналізу напівпровідникових перетворювачів електроенергії з багаторозгалуженими структурами / М.П. Макаренко, В.В. Михайленко // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Силовая електроніка та енергоефективність". – 2004. – Ч. 1. – С. 112–115.
3. Wheeler P. W. The Technology and Potential of Matrix Converters / P. W. Wheeler, J. C. Clare, L. Empringham, M. Bland // Power Electronics Europe. – 2001, № 5. – P. 25–28.

Рівняння руху узагальненого електричного кола з урахуванням явища гіпервалентної взаємодії

На основі рівнянь Лагранжа-Максвела з урахуванням фізичного явища гіпервалентної взаємодії отримано рівняння руху узагальненого за числом ступенів вільності електричного кола, здатного слугувати аналогом континуальних у часі динамічних систем електричної, неелектричної та змішаної фізичної природи.

Передмова

Однією з фундаментальних задач *теорії динамічних аналогій* є задача побудови *узагальненої* за числом ступенів вільності та за фізичною природою континуальної у часі динамічної системи із зосередженими параметрами, яка здатна ототожнювати і на цій основі формалізувати причинно-наслідкові зв'язки і закони, що визначають еволюцію різних або змішаних за природою фізичних та технічних динамічних систем [1]. Декомпозиція цієї задачі, в свою чергу, породжує ряд важливих проблемних задач, дотепер або розв'язаних частково, або нерозв'язаних взагалі. До таких задач автор відносить задачу формування на фізичному та логічному рівнях загальної концепції щодо топологічного поділу зазначеної узагальненої динамічної системи на структурно неподільні і сумісні (синергетичні) типові елементарні ланки та способу їх об'єднання поміж собою в результаті силової взаємодії в єдину систему, функціонально спроможну та самодостатню в процесі її еволюційного руху. Задача є комплексною і передбачає пошук відповідей водночас на декілька важливих питань. Серед них: розкриття принципу, за яким необхідно здійснювати поділ узагальненої динамічної системи на типові елементарні ланки; визначення поняття типової елементарної ланки; організація взаємозв'язку (взаємодії) типових елементарних ланок як поміж собою, так і з зовнішнім середовищем. Відповіді на поставлені питання дозволяють виявити істотні ознаки і властивості в архітектурі узагальненої динамічної системи і побудувати її структурну схему.

Всі означені задачі та питання зберігають свій фундаментальний статус і актуальність в *теоретичній електротехніці*, де динамічними системами є електричні кола, які здатні виявляти себе як аналоги динамічних систем іншої (неелектричної) фізичної природи – як однорідної, так і змішаної.

Принцип типових елементарних ланок

Для розв'язання вказаних задач за домінанту пропонується застосувати *принцип типових елементарних ланок*.

Типова елементарна ланка динамічної системи із зосередженими параметрами – це найменша і структурно неподільна її частина, енергетичний стан якої за умови відсутності силової взаємодії (обміну енергією) з іншими такими ж ланками залежить тільки від однієї (власної) узагальненої координати та узагальненої швидкості (або узагальненого імпульсу), а за наявності ж

взаємодії – ще і від узагальнених координат та швидкостей відповідних суміжних взаємодіючих ланок.

Відтак сутність вищезазначеного принципу полягає в тому, що будь-яка із зазначених динамічних систем, незалежно від її фізичної природи, може бути представлена уніфіковано – поділеною на взаємодіючі поміж собою типові елементарні ланки, де кожна з них біективно співвідноситься з власними узагальненою координатою та узагальненою швидкістю.

Для електричних кіл в *першій системі* динамічних аналогій типовими елементарними ланками є *незалежні замкнені контури*, за узагальнені координати слугують контурні заряди, узагальненими швидкостями є контурні струми, а узагальненими силами – електричні напруги.

Узагальнене електричне коло

Побудову *узагальненого електричного кола* за принципом типових елементарних ланок здійснено в роботах [2], де автором на основі означеного принципу розроблено та введено у вихідний базис теорії динамічних аналогій структурну та електричні схеми узагальнених електричних кіл в першій та другій системах динамічних координат.

Водночас необхідно зазначити, що вказані базисні елементи, попри їх доволі значну логічну силу, мають все ж обмежену дедуктивну спроможність, позаяк вони не враховують явище гіпервалентної взаємодії.

Явище гіпервалентної взаємодії

Явище гіпервалентної взаємодії опишемо як загально-природниче явище, яке спостерігається в фізичних та технічних динамічних системах різної природи і вияв якого відображає здатність типових елементарних ланок взаємодіяти або встановлювати взаємозв'язки поміж собою за допомогою *багатовимірних* внутрішніх узагальнених сил взаємодії, *незалежних* поміж собою, але *залежних в різних комбінаторних сполученнях* по числу k від узагальнених координат або (та) швидкостей ланок системи за умови, що зазначене число k належить області $2 \leq k \leq n$ (!), де n – число ступенів вільності динамічної системи.

Структурна схема узагальненого електричного кола як динамічної системи з урахуванням явища гіпервалентної взаємодії

Структурна схема узагальненої за числом ступенів вільності n динамічної системи довільної однорідної або змішаної фізичної природи з урахуванням явища гіпервалентної взаємодії між типовими елементарними ланками наведена на рис. 1. Зокрема на цьому рисунку показані n взаємодіючих типових елементарних ланок системи (пронумеровані кола) та виявлена сукупність всіх зовнішніх і внутрішніх узагальнених сил взаємодії, які з'являються або можуть з'являтися в динамічній системі під час її еволюційного руху. З поміж таких сил наразі важливо виокремити *внутрішні сили*, які і відображають поточний або можливий взаємозв'язок між типовими елементарними ланками. Внаслідок прояву явища гіпервалентної взаємодії таким силам притаманний *різний порядок вимірності* – від 2 до n в загальному випадку.

Багатовимірними внутрішніми силами взаємодії в динамічній системі будемо називати всі k -вимірні інерційні, потенціальні та дисипативні внутрішні сили взаємодії або їх рівнодіїні за умови, що $2 \leq k \leq n$, де n – число ступенів вільності системи. Відтак *істотною ознакою*, яка ідентифікує багатовимірну

внутрішню силу взаємодії і виокремлює її з-поміж інших є кількість узагальнених координат або (та) швидкостей (імпульсів) елементарних ланок, від яких *одночас* залежить зазначена сила.

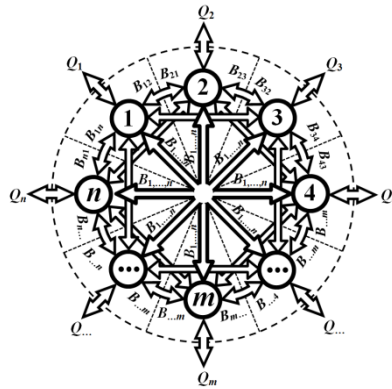


Рис. 1. Узагальнена структурна схема динамічної системи

Необхідно зазначити, що представлена на рис. 1 структурна схема динамічної системи є водночас структурною схемою і узагальненого електричного кола в першій системі динамічних координат. Вона виявляє логічну основу, по-перше, поділу такого кола за принципом типових елементарних ланок, де, як зазначалося вище, такими ланками слугують незалежні замкнені контури, і, по-друге, організації багатовимірного силового взаємозв'язку між ланками з урахуванням явища гіпервалентної взаємодії, де узагальненими силами є електричні напруги на індуктивних (інерційні сили), ємнісних (потенціальні сили) та резистивних (дисипативні сили) елементах електричного кола. Останні для незалежних контурів є спільними, але в різних комбінаторних сполученнях по числу k , де $2 \leq k \leq n$. Це означає, що зазначені елементи утворюють спільні вітки, які водночас належать різному числу незалежних контурів: від двох контурів, у випадку $C_n^2 = \frac{n!}{2!(n-2)!}$ двовимірних (або парних) узагальнених сил (себто напруг), до n незалежних контурів, у випадку єдиної $(C_n^n = 1)$ n -вимірної узагальненої сили, що і показано на рис. 1.

Таким чином, загальна кількість $N(n)$ рівнодійних внутрішніх сил взаємодії (напруг), які можуть діяти водночас між всіма незалежними замкненими контурами (типovими елементарними ланками) в гіперзв'язній системі узагальненого електричного кола, дорівнює

$$N(n) = \sum_{k=2}^n C_n^k = \sum_{k=2}^n \frac{n!}{k!(n-k)!} = 2^n - n - 1.$$

Зазначене дозволяє суттєвим чином посилити дедуктивну спроможність узагальненого електричного кола та системи його диференціальних рівнянь.

Рівняння руху гіперзв'язного узагальненого електричного кола в першій системі динамічних координат

Для розв'язування поставленої задачі скористаємося *рівняннями Лагранжа-Максвелла*, які підпорядковують рух узагальненого електричного кола з довільним числом ступенів вільності n і в першій системі динамічних аналогій мають вигляд

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial W_M}{\partial i_m} + \frac{\partial W_e}{\partial q_m} + \frac{\partial \Phi_e}{\partial i_m} = e_m, \quad m = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де W_M та W_e – це енергетичні функції, які визначають рівні енергій, зосереджених, відповідно, в його магнітному та електричному полях, а Φ_e – електрична дисипативна функція Релея, яка характеризує інтенсивність втрат енергії в колі.

З урахуванням фізичного явища гіпервалентної взаємодії енергія магнітного поля W_M узагальненого кола, яка зосереджена в його усіх окремих індуктивних елементах

$$W_M = \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^n L_{s_1} i_{s_1}^2 + \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^{n-1} \sum_{s_2=s_1+1}^n L_{s_1, s_2} (i_{s_1} \pm i_{s_2})^2 + \dots +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^1 \sum_{s_2=s_1+1}^2 \dots \sum_{s_n=s_{n-1}+1}^n L_{s_1, s_2, \dots, s_n} (i_{s_1} \pm i_{s_2} \pm \dots \pm i_{s_n})^2, \quad (2)$$

де кожний елемент з множини L_{s_1, \dots, s_ν} , $2 \leq \nu \leq n$ – це ν -контурна *взаємна* індуктивність, яка спільно належить s_1, \dots, s_ν незалежним контурам, внаслідок чого через цей елемент проходять декілька контурних струмів $i_{s_1}, \dots, i_{s_\nu}$. Що ж до індуктивностей з множини L_{s_1} , то кожна з них називатимемо *власною* індуктивністю відповідного s_1 -го незалежного контуру, оскільки її параметр характеризує власні інерційні властивості відповідної типової елементарної ланки. Наразі кола з індуктивно-зв'язаними елементами залишаємо поза увагою, позаяк вони у спосіб еквівалентних перетворень можуть бути зведені до кіл, що є окремими випадками шуканого узагальненого кола.

Енергія електричного поля W_e кола зосереджена в ємнісних елементах,

$$W_e = \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^n \frac{q_{s_1}^2}{C_{s_1}} + \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^{n-1} \sum_{s_2=s_1+1}^n \frac{(q_{s_1} \pm q_{s_2})^2}{C_{s_1, s_2}} + \dots +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^1 \sum_{s_2=s_1+1}^2 \dots \sum_{s_n=s_{n-1}+1}^n \frac{(q_{s_1} \pm q_{s_2} \pm \dots \pm q_{s_n})^2}{C_{s_1, s_2, \dots, s_n}}, \quad (3)$$

де кожна C_{s_1, \dots, s_ν} – це ν -контурна взаємна ємність, а C_{s_1} – власні ємності.

Електрична дисипативна функція Релея Φ_e визначається як половина потужностей всіх втрат енергії, що спостерігаються в колі

$$\Phi_e = \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^n R_{s_1} i_{s_1}^2 + \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^{n-1} \sum_{s_2=s_1+1}^n R_{s_1, s_2} (i_{s_1} \pm i_{s_2})^2 + \dots +$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{s_1=1}^1 \sum_{s_2=s_1+1}^2 \dots \sum_{s_n=s_{n-1}+1}^n R_{s_1, s_2, \dots, s_n} (i_{s_1} \pm i_{s_2} \pm \dots \pm i_{s_n})^2, \quad (4)$$

де R_{s_1, \dots, s_n} – це взаємні опори, а R_{s_1} – власний опір відповідного контуру.

На підставі співвідношень (2)-(4) після відповідних математичних перетворень та перегрупувань систему рівнянь (1) можна переписати у вигляді

$$\left(L_m \frac{di_m}{dt} + R_m i_m + \frac{q_m}{C_m} \right) + \sum_{\substack{s_1=1 \\ s_1 \neq m}}^n \left[L_{m, s_1} \frac{d}{dt} (i_m \pm i_{s_1}) + R_{m, s_1} (i_m \pm i_{s_1}) + \frac{q_m \pm q_{s_1}}{C_{m, s_1}} \right] +$$

$$+ \sum_{\substack{s_1=1 \\ s_1 \neq m}}^{n-1} \sum_{\substack{s_2=s_1+1 \\ s_2 \neq m}}^n \left[L_{m, s_1, s_2} \frac{d}{dt} (i_m \pm i_{s_1} \pm i_{s_2}) + R_{m, s_1, s_2} (i_m \pm i_{s_1} \pm i_{s_2}) + \frac{q_m \pm q_{s_1} \pm q_{s_2}}{C_{m, s_1, s_2}} \right] +$$

$$+ \dots + \sum_{\substack{s_1=1 \\ s_1 \neq m}}^2 \sum_{\substack{s_2=s_1+1 \\ s_2 \neq m}}^3 \dots \sum_{\substack{s_{n-1}=s_{n-2}+1 \\ s_{n-1} \neq m}}^n \left[L_{m, s_1, s_2, \dots, s_{n-1}} \frac{d}{dt} (i_m \pm i_{s_1} \pm i_{s_2} \pm \dots \pm i_{s_{n-1}}) + \right.$$

$$\left. + R_{m, s_1, s_2, \dots, s_{n-1}} (i_m \pm i_{s_1} \pm i_{s_2} \pm \dots \pm i_{s_{n-1}}) + \frac{q_m \pm q_{s_1} \pm q_{s_2} \pm \dots \pm q_{s_{n-1}}}{C_{m, s_1, s_2, \dots, s_{n-1}}} \right] = e_m,$$

де $m = 1, 2, \dots, n$.

Висновки

З урахуванням фізичного явища гіпервалентної взаємодії сформовано структурну схему узагальненої за числом ступенів вільності та фізичною природою континуальної динамічної системи із зосередженими параметрами і на її основі отримано систему рівнянь руху узагальненого електричного кола в першій системі координат. Для теорії динамічних аналогій та теоретичних основ електротехніки обидва елементи є базисними і дозволяють формалізувати процес побудови електричних моделей, незалежно ні від складності системи-прототипу, ні в багатьох випадках від її фізичної природи.

Список літератури

1. Кухарчук В. В. Математична і електричні моделі перетворювача моменту інерції тіл обертання з двома ступенями вільності / В. В. Кухарчук, Ю. Г. Ведміцький // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – №1(5). – С.8 –14.
2. Ведміцький Ю. Г. Узагальнені електричні схеми-аналоги неперервних динамічних систем довільного порядку / Ю. Г. Ведміцький // Вісник Інженерної академії України. – 2010. – Випуск 2. – С. 63 – 69.

*О.О. Закладний, к.т.н., доц., В.В. Прокопенко, к.т.н., доц., Є.Г. Брижіцький
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)*

Контроль енергоефективності як елемент побудови системи енергоменеджменту

У статті наведено принципи контролю енергетичної ефективності електромеханічних систем. Показано, що засоби, які забезпечують контроль області високої енергетичної ефективності споживачів шляхом моніторингу енергетичних індикаторів, є необхідним елементом сучасної системи енергетичного менеджменту

Вступ. У 2011 році запроваджено міжнародний стандарт ISO 50001 “Energy management systems – Requirements with guidance for use”, який встановлює вимоги до розроблення, впровадження, підтримання та покращення системи енергетичного менеджменту для досягнення постійного поліпшення ситуації у галузі енергозбереження.

Відповідно до стандарту ISO 50001:2011 використовується принцип керування якістю - цикл Шухарта-Демінга - «Plan-Do-Check-Act» («планування, дія, перевірка, коригування»), що дозволяє ефективно керувати енергоспоживанням на системній основі та постійно вдосконалювати роботу з енергетичного менеджменту. Використання засобів контролю енергоефективності дозволить впровадити сучасні інформаційні smart-технології у систему енергетичного менеджменту підприємства та автоматизувати виконання таких складових стандарту ISO 50001:2011, як встановлення енергетичної базової лінії, індикаторів енергоефективності, здійснення моніторингу та необхідних вимірювань для визначення рівня енергоефективності, проведення енергоаналізу, енергопланування та формування технічних звітів тощо [1].

Матеріали і результати досліджень. Найбільший вплив на раціональне використання електроенергії підприємством спричиняє енергоефективність електромеханічної системи (ЕМС) як основного споживача.

В результаті багатьох чинників, зокрема таких, як робота ЕМС з недовантаженням, неякісна мережа живлення, недостатнє технічне обслуговування, нерациональне керування технологічним процесом, впливу випадкових факторів – реальне споживання енергії завжди відрізнятиметься від ідеального. Контроль та оцінка вказаних розходжень між ідеальним та фактичним споживанням енергії і є головним завданням контролю енергоефективності ЕМС. Сам собою контроль не зекономить енергію, але з його допомогою енергетичний менеджер може визначити, де і коли слід вжити коригуючих дій для усунення неефективного її використання. Такий підхід дозволяє оцінювати стан ЕМС на всіх етапах її життєвого циклу від введення в експлуатацію до списання [2].

Запропоновано використовувати показники енергоефективності - ККД та коефіцієнт потужності для визначення енергетичного і технічного стану ЕМС з урахуванням режиму навантаження та погіршення якості напруги живлення. Визначення стану ЕМС здійснюється порівнянням фактичних параметрів з їх еталонними значеннями, тобто шляхом аналізування та порівняння індикаторів енергоефективності з енергетичною базовою лінією (рис. 1). Відповідно до ISO 50001:2011 ця процедура є складовою енергоаналізу – визначення рівня енергоефективності на основі вимірюваних даних та довідкової (паспортної) інформації, що дозволить ідентифікувати можливості для його підвищення. Алгоритм діагностичного аудиту енергоефективності повністю відповідає процедурі енергоаналізу, яка записана у стандарті ISO 50001:2001 [3].

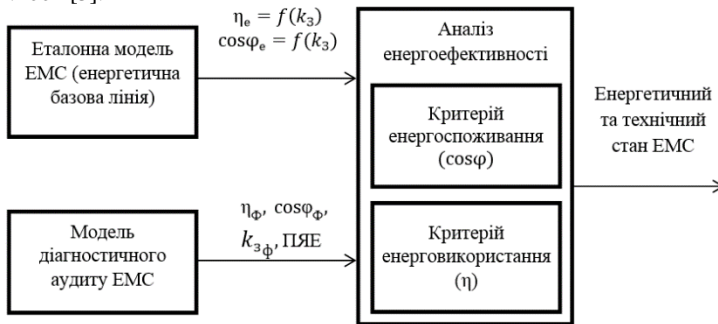
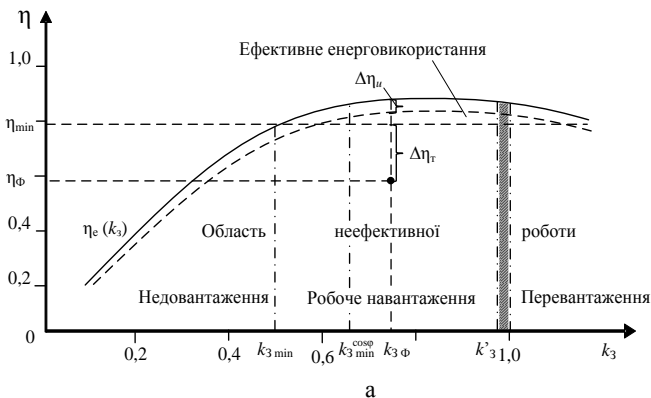


Рис. 1 Визначення енергоефективності ЕМС

Еталонні характеристики представлені залежностями $\eta_e(k_3)$ і $\cos\varphi_e(k_3)$, а фактичним значенням ККД і коефіцієнту потужності відповідають точки з координатами $k_{3ф}$, η_ϕ та $k_{3ф}$, $\cos\varphi_\phi$ відповідно (рис. 2). В залежності від того, в яку область потрапляє точка з координатами $k_{3ф}$, η_ϕ та $k_{3ф}$, $\cos\varphi_\phi$, робиться висновок про рівень енергоефективності ЕМС з АД.



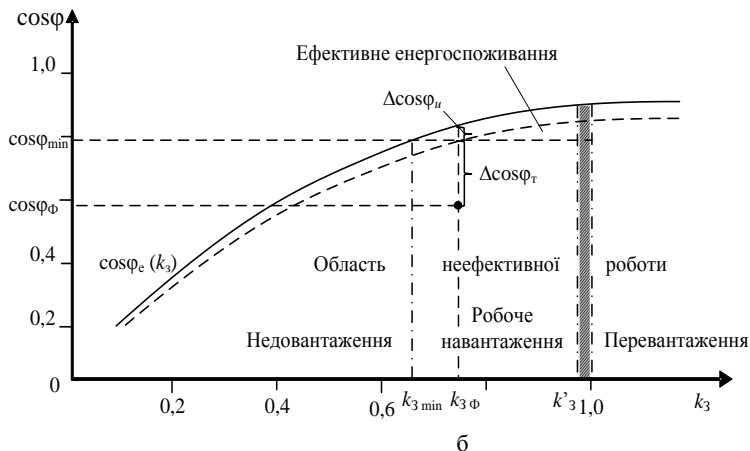


Рис.2 Області ефективного енерговикористання (а) і енергоспоживання (б) ЕМС з АД

Контроль енергоефективності ЕМС є комплексним завданням з великою кількістю характеристик і факторів, які на нього впливають (навантаження, якість живильної напруги, технічний стан тощо). Основним показником ефективності роботи в енергетичному аспекті вважається ККД системи в цілому. Однак для комплексної оцінки енергоефективності важливі також коефіцієнт потужності, електроенергія, яка споживається протягом життєвого циклу значення складових втрат [4,5].

За допомогою комп'ютерного моделювання виконано дослідження роботи насосної установки з АД відповідно до графіка електричного навантаження, експериментально знятого під час енергоаудиту. Номінальні дані АД насососної установки: $P_H = 7,5 \text{ кВт}$, $n_H = 1450 \text{ об/хв}$, $I_H = 15,3 \text{ А}$, $\eta_H = 87,5\%$, $\cos_H \varphi = 0,85$, $\lambda = 2,8$. Термін служби - 20 000 год. Усталене відхилення напруги - 5%, коефіцієнт несиметрії зворотної послідовності - 1%, зношення - 11 240 год.

Результати моделювання - еталонні та фактичні характеристики насосної установки - наведено на рис. 3.- 7.

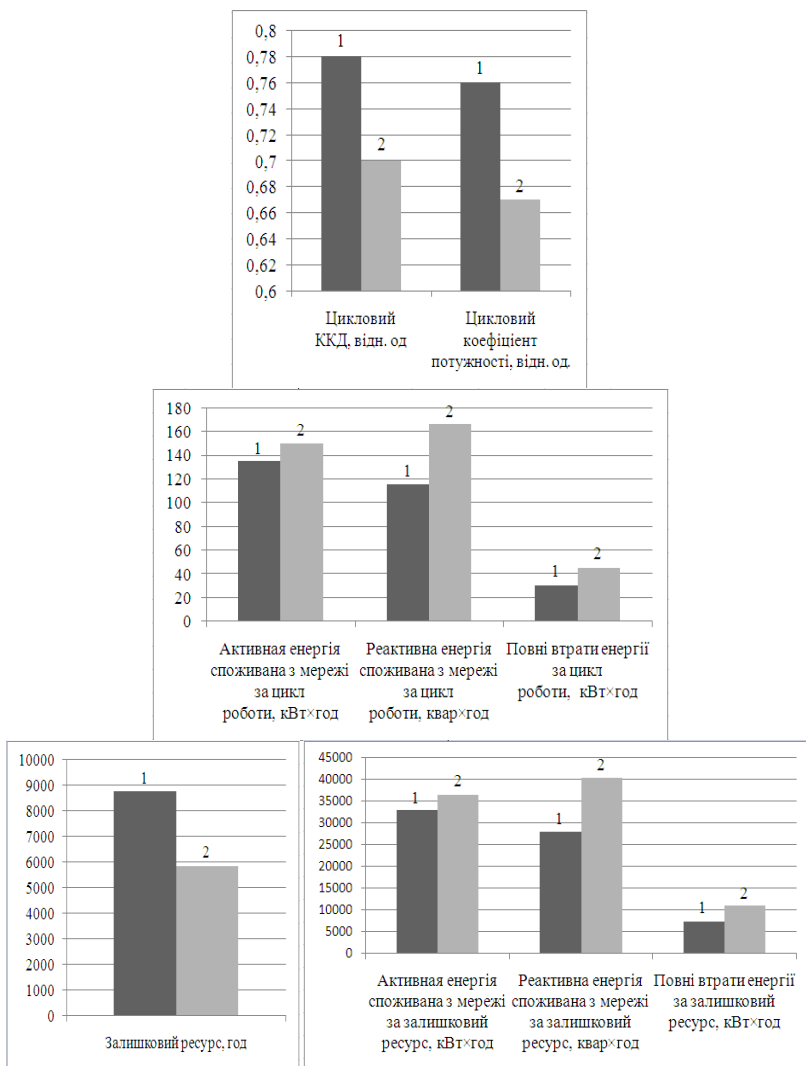


Рис. 3 Результати моделювання параметрів насосної установки:
1 – еталонні значення; 2 – фактичні

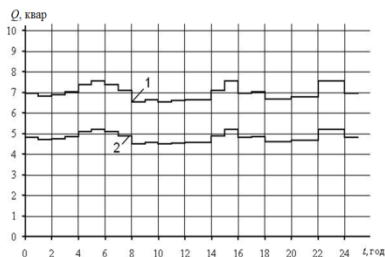


Рис. 4 Реактивна потужність насосної установки:
1 – фактична; 2 – еталонна

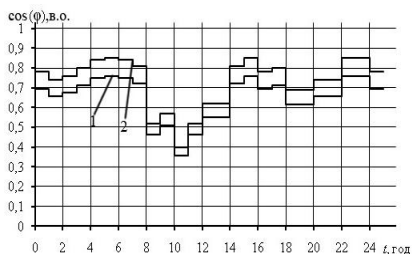


Рис. 5 Коефіцієнт потужності насосної установки:
1 – фактичний; 2 – еталонний

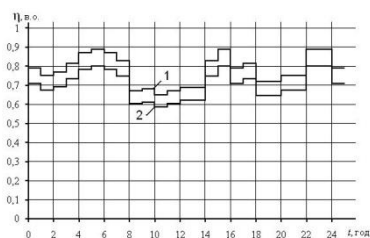


Рис. 6 ККД насосної установки:
1 – еталонний; 2 – фактичний

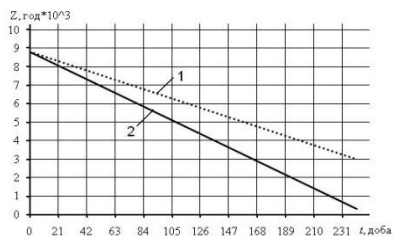


Рис. 7 Залишковий ресурс насосної установки:
1 – еталонний; 2 – фактичний

У таких умовах роботи (рис. 7) залишковий ресурс ЕМС становить 5840 год, а для роботи в номінальному режимі – 8760 год. Відносне зношування становить 1,5, що свідчить про передаварійний режим роботи АД ЕМС.

Висновки

Результати моделювання доводять, що застосування контролю енергоефективності ЕМС як інструменту системи енергоменеджменту дозволить знизити споживання активної енергії на 10%, реактивної - на 30%, підвищити в 1,5 рази залишковий ресурс до паспортного його значення, ККД - на 8%, коефіцієнт потужності - на 9%, знизити втрати на 33%.

Контроль високої енергетичної ефективності ЕМС шляхом моніторингу енергетичних індикаторів, є необхідним елементом сучасної системи енергетичного менеджменту. Засоби контролю, розроблені відповідно до принципів сучасних smart-технологій, дозволять реалізувати на підприємстві систему енергоменеджменту відповідно до стандарту ISO 50001:2011.

Список літератури

1. Закладний О.О. Методика функціонального діагностування енергоефективності асинхронного електропривода / О.О. Закладний . - Енергетика: економіка, технології, екологія. 2013. №1. С. 77-82.
2. Закладний О.О. Функціональне діагностування енергоефективності електромеханічних систем: Монографія / О.О. Закладний. – К.: Видавництво «Лібра», 2013. – 195 с.
3. Праховник А.В. Діагностування енергоефективності електромеханічних систем як інструмент енергоменеджменту / А.В. Праховник, О.М. Закладний, О.О. Закладний // ВІСНИК Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ»: ЗАТ «Техновибух», 2011, - Вип. 21. С. 121-128.
4. Закладний О.О. Енергетична модель формування і збереження еталонів для систем функціонального моніторингу асинхронного електропривода / О.О. Закладний, О.М. Закладний, І.В. Притискач // ВІСНИК Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ «КПІ»: ЗАТ «Техновибух», 2011, - Вип. 20. С. 159-166
5. Закладний О.О. Програмне забезпечення функціонального діагностування енергоефективності електромеханічних систем з асинхронними двигунами / О.О. Закладний, О.М. Закладний // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2011. №2. С. 102-108.

*А.В. Муравьев, к.т.н. (Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина)*

Компенсация влияния эксплуатационных факторов на качество работы оптико-электронных приборов аэрокосмического назначения

Условия эксплуатации аэрокосмической техники оказывают существенное влияние на качество изображения и характеристики бортовых оптико-электронных приборов и систем. Работа посвящена анализу влияния таких факторов на оптические системы и разработке методов их компенсации.

Оптические и оптико-электронные приборы часто эксплуатируются в сложных, а иногда и экстремальных условиях окружающей среды. В первую очередь к этой категории можно отнести устройства, применяемые в авиационной и космической технике. К такой аппаратуре относятся, например, сканеры для наблюдения за поверхностью Земли, космические телескопы, различные оптико-электронные датчики, бортовые системы наблюдения, навигации и ориентации. Условия работы приборов в космосе или на значительной высоте над поверхностью земли существенно отличаются от обычных условий, особенно если устройства или их элементы расположены за пределами обшивки корпуса аппарата. Здесь наблюдается значительный перепад температур и атмосферного давления, изменение оптических свойств окружающей среды. При высоких скоростях полета вследствие наличия трения об воздух элементы фюзеляжа могут нагреваться до значительных температур, вплоть до тысячи градусов. Влияние этих эксплуатационных факторов приводит к изменению основных конструктивных параметров фокусирующего узла, который является неотъемлемым атрибутом таких устройств, а именно радиусов кривизны поверхностей, толщин и диаметров компонентов, промежутков между отдельными деталями. Это, в свою очередь, приводит к расфокусировке оптической системы, появлению новых аберраций и, как следствие, ухудшению качества изображения прибора [1]. Кроме того, под воздействием температурных полей происходит деформация линейных размеров оправ оптических деталей, а также корпусных элементов несущей конструкции. В результате взаимное расположение компонентов оптической системы может претерпеть существенных изменений. Комплексное влияние указанных факторов приведет к значительному ухудшению энергетических и частотных характеристик системы [2], а в некоторых случаях – к полной неработоспособности прибора или узла при определенных сложных условиях окружающей среды.

Целью данного исследования является анализ влияния эксплуатационных факторов на качество изображения типичных оптических систем, применяемых в оптико-электронных приборах аэрокосмического базирования, и разработка методов компенсации этого влияния. Для анализа работы фокусирующих узлов устройств в указанных условиях использовалась

программная среда Zemax, а для механических деталей – система автоматизированного проектирования SolidWorks. Особое внимание при этом было уделено использованию в конструкциях современных материалов с минимальной температурной деформацией, к которым можно отнести плавленый кварц, ситаллы, оптическую керамику, инвар, титан и его сплавы.

Комплексный анализ влияния температурных полей на характеристики оптической системы опико-электронного прибора можно осуществить оценкой модуляционной передаточной функции (МПФ) объектива при изменении температуры фокусирующего узла. Результат такого анализа для типичного инфракрасного (ИК) диоптрического германиевого объектива [3] при разных углах поля зрения системы приведен на рис. 1.

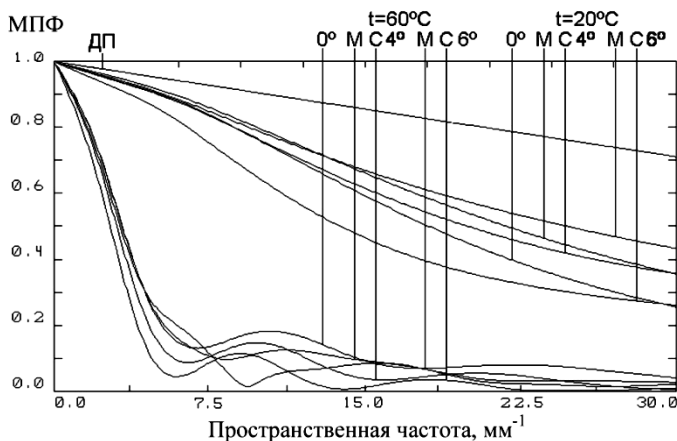


Рис. 1. МПФ германиевого объектива при температурах 20°C и 60°C.
ДП – дифракционный предел, М, С – меридиональная и сагиттальная плоскости соответственно

Приведенный график демонстрирует падение уровня МПФ на частоте Найквиста для матричного приемника излучения с размером пикселя 25×25 мкм (пространственная частота 20 мм^{-1}) на 33% для сагиттальной и 54% для меридиональной плоскости при однородном изменении температуры на 40°C для края поля зрения системы. Изменение величины заднего фокального отрезка при этом составит 140 мкм, что приведет к снижению разрешающей способности системы в несколько раз.

На сегодняшний день для термостабилизации характеристик опико-электронных приборов наиболее широко применяются активные механические методы (например, микрометричные пошаговые двигатели) и ручная юстировка. В первом случае существенными преимуществами являются широкий диапазон температурной компенсации и высокая точность, а во втором – низкая стоимость реализации и простота полученной конструкции. Однако в аэрокосмической отрасли применение данных методов влечет за

собой следующие сложности: наличие в конструкции прибора движущихся элементов, увеличение массогабаритных свойств, снижение надежности и срока эксплуатации изделия. Указанных недостатков лишены методы пассивной оптической термостабилизации [4], применение которых рационально для высокоточных, ответственных приборов с отсутствием возможности прямого доступа для проведения ручной юстировки узлов во время эксплуатации изделия.

На основе проведенного анализа разработан метод пассивной оптической атермализации [5] с применением определенных композиций материалов оптических и механических деталей, при которых наблюдается минимальное температурное отклонение величины заднего фокального отрезка системы [6]. Примером применения данного метода является ИК атермализованный трехкомпонентный объектив, конструктивные параметры которого указаны в табл. 1, а график МПФ приведен на рис. 2.

Таблица 1

Конструктивные параметры атермализованного ИК объектива-триплета

№	Радиус кривизны, мм	Толщина по оси, мм	Материал компонента	Световой диаметр, мм
1	55.22	6.04	ИКС25	51.7
2	173.43	5.12		50.84
3	641.38	3.79	ZnSe	46.52
4	98.65	42.74		43.72
5	20.05	4.24	Ge	21.12
6	19.77	8.09		17.66

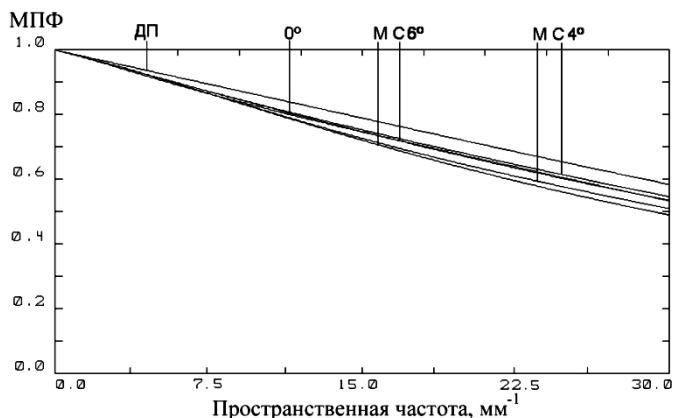


Рис. 2. МПФ атермализованного ИК объектива

Приведенный объектив обладает следующими параметрами: относительное отверстие 1:1, фокусное расстояние 50 мм, угол поля зрения 12°, спектральный диапазон работы 8-14 мкм. Изменение величины заднего

фокального отрезка оптической системы в диапазоне температур от -20°C до 60°C лежит в пределах 4 мкм. Уровень МПФ объектива изменяется на 0.3% в указанном диапазоне температур.

Выводы

Компенсацию влияния эксплуатационных факторов на характеристики оптико-электронных приборов, использование которых планируется в сложных условиях окружающей среды, целесообразно проводить еще на этапе проектирования узлов таких устройств.

В случае, когда действие внешних факторов является значительным, для термостабилизации оптических систем рекомендуется применять активную атермализацию с использованием термокомпенсаторов различных конструкций. Однако, если необходимость минимизации массогабаритных свойств и повышение надежности прибора являются приоритетными задачами, следует отдать предпочтение методам пассивной атермализации.

Разработанный метод пассивной оптической атермализации позволяет синтезировать атермализованные диоптрические объективы с высоким качеством изображения, согласующимся с современными матричными приемниками излучения. Для реализации метода компоненты объектива должны быть выполнены минимум из двух различных оптических материалов. Терморасфокусировка таких объективов при изменении температуры в системе в диапазоне $\pm 40^{\circ}\text{C}$ составляет несколько микрометров, что подтверждает стабильность их характеристик и качества изображения при колебаниях температурного поля.

Список литературы

1. Jamison T. H. Athermalization of optical instruments from the optomechanical viewpoint / T. H. Jamison // Optical Design. – 1992. – Vol. 43. – pp. 131–159.
2. Кучеренко О. К. Методы пассивной атермализации и ахроматизации двухкомпонентных оптических систем / О. К. Кучеренко, А. В. Муравьев // Вісник НТУУ «КПІ», серія Приладобудування. – 2012. – вип. №43. – С. 46–53.
3. Хацевич Т. Н., Журавлев П. В. Инфракрасный светосильный трехлинзовый объектив / Т. Н. Хацевич, П.В. Журавлев // Патент России № 2348953. – 2009.
4. Кучеренко О. К. Ахроматизація та атермалізація об'єктивів інфрачервоної техніки / О. К. Кучеренко, О. В. Муравйов, В. М. Тягур // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – вип. №5. – С. 114–117.
5. Тягур В. М. Пассивная оптическая атермализация инфракрасного трехлинзового ахромата / В. М. Тягур, О. К. Кучеренко, А. В. Муравьев // Оптический журнал. – 2014. – том 81. – вып. №4. – С. 42–47.
6. Муравьев А. В. Композиции атермализованных трехкомпонентных инфракрасных объективов / А. В. Муравьев, О. К. Кучеренко // Наука и техника. – 2015. – № 4. – С. 32–37.

*Л.В. Кузьмич, к.т.н., Ю.С. Цехмайструк,
(Національний університет водного господарства
та природокористування, Україна)*

Сучасний стан вимірювання механічних деформацій складних технічних систем

Здійснений аналіз систем контролю загальної міцності складних технічних систем на основі вимірювання механічних напружень конструкцій гідротехнічних споруд за допомогою тензорезисторних перетворювачів та волоконно – оптичних тензометрів

Сучасні складні технічні системи, до яких відносяться в тому числі інженерні гідротехнічні споруди, в результаті впливу різного роду факторів – природних та людських, сприймають значні статистичні та динамічні навантаження, що викликають перенапруження та деформації конструктивних елементів. Такі явища можуть призвести як до порушення цілісності технічної системи, тобто споруди, так і до її руйнування. Подібні впливи також можуть супроводжуватися переміщенням споруди або елементів її конструкції в просторі. При цьому просторові зміни положення споруди або елементів її конструкції можуть носити як постійний (статистичний), так і змінний (динамічний) характер.

Необхідність забезпечення високого рівня надійності гідротехнічних споруд абсолютно очевидна, оскільки вихід їх з ладу, включаючи можливі деформації, руйнування, аварії, призводить, як мінімум, до значних економічних втрат, а іноді – до катастроф з людськими жертвами і небезпечними екологічними наслідками. За кількістю людських жертв, аварій на греблях посідають третє місце у світі після авіакатастроф та пожеж (до уваги не взято дорожньо – транспортну статистику) [1].

Статистика свідчить, що ризик аварій на гідротехнічних спорудах значно зростає після 40-50 років їхньої експлуатації [1, 2].

Враховуючи той факт, що початок інтенсивного розвитку гідротехнічного будівництва в Україні припадає на 60-ті роки минулого сторіччя, а його розквіт – 80-ті роки минулого сторіччя, то в умовах сьогодення дані технічні системи знаходяться в піковому діапазоні ризиків.

Умови експлуатації складних технічних систем залежать, в першу чергу, від їхнього технічного стану, рівень якого визначається класом капітальності, строком служби та умовами експлуатаційного функціонування. В свою чергу, експлуатаційні умови характеризуються наявністю різного роду навантажень, механічних напружень, викликаних експлуатаційними операціями, а також внаслідок погодно – кліматичних впливів. Постійне перевищення допустимих напружень може призвести до руйнування споруди. Тому безперервний контроль механічних напружень в споруді є фактором попередження не лише економічних збитків, але і людських жертв.

Здійснення такого роду досліджень пов'язане з застосуванням тензометричної апаратури та датчиків для реєстрації напруг та деформацій впродовж тривалого строку.

В період тривалого перебування датчиків в умовах впливу вологи, змінних температурних режимів, хімічних реагентів необхідно забезпечити працездатність датчиків і з'єднувальних ліній.

Питанням визначення точності та підвищення швидкодії вимірювання механічних величин присвячені роботи відомих українських вчених: П.П. Орнатського, О.М. Новікова, І.Е. Біргера, І.В. Кудрявцева та інших. Дослідження Б.С. Касаткіна, А.Б. Кудріна, Л.М. Лобанова, Є. П. Осадчого, А.І. Тихонова, В.І. Карпова, Л.С. Ільїнської, А.Н. Подмарькова, R.N. Bhatt, Stephan Keil, W.I. Bagaria та багатьох інших провідних вітчизняних та зарубіжних вчених присвячені проектуванню приладів для вимірювання механічних величин, в тому числі розробці засобів та методів вимірювання деформацій і напруження в деталях машин і елементах конструкцій, а також оцінки похибок засобів вимірювання деформацій.

Вибір експериментальних методів і засобів визначення деформацій і напружень у зв'язку із завданнями розрахунку на міцність, залежить від особливостей поставленої задачі та її складності, умов вимірювання та необхідної точності [3].

Відомі на сьогоднішній день системи контролю загальної міцності складних технічних систем, зокрема конструкцій гідротехнічних споруд, базуються на однакових принципах і відрізняються лише виглядом і числом застосованих датчиків. Технічна система обов'язково обладнується декількома датчиками механічних напружень (деформацій). Датчики, що використовуються і таких системах контролю, побудовані на різного роду фізичних принципах. Це можуть бути тензорезисторні перетворювачі, волоконно – оптичні тензометри, магнітопружні перетворювачі, побудовані на явищі магнітопружного ефекту та інші.

Принцип дії тензорезисторних перетворювачів, заснованих на явищі тензоефекту, полягає у зміні активного опору провідникових або напівпровідникових матеріалів при їхній механічній деформації [4]. Так, наприклад, для вимірювання механічних деформацій при поздовжньому згині інженерних гідротехнічних конструкцій широке застосування мають провідникові тензорезистори з застосуванням електричних датчиків механічних напружень довгої та короткої бази.

Датчик механічного напруження з довгою базою (LBSG - long base strain gauge) може бути довжиною 150 ... 240 см (див. Рис.1), датчик механічного напруження з короткою базою (SBSG - short base strain gauge) – 3...13 см (див. Рис.2).

Технічні характеристики датчиків механічного напруження з довгою та короткими базами наведено в табл.1.

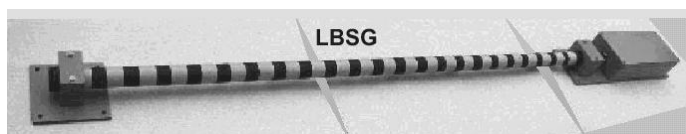


Рис.1. Датчик механічного напруження з довгою базою



Рис.2. Датчик механічного напруження з короткою базою

Таблиця 1

Характеристики датчиків механічного напруження

Тип датчика		

Характеристика	SBSG	LBSG
Точність вимірювання	5 $\mu\epsilon$	5 $\mu\epsilon$
Діапазон частот	0 ... 150 Hz	0 ... 5 Hz
Діапазон лінійності	+/- 1000 $\mu\epsilon$	+/- 2000 $\mu\epsilon$
Максимальний розмір	130 mm	2420 mm
Живлення	12 ... 24 V	12 ... 24 V
Температурний діапазон	-25 ⁰ C ... +70 ⁰ C	-25 ⁰ C ... +70 ⁰ C

Одним з найбільш поширених волоконно-оптичних тензометрів є датчики, що будуються на так званій «решітці Брієга (FBG – fiber Brag grating)». Дана решітка є оптичним елементом, який базується на періодичній зміні показника заломлення оболонки оптичного волокна або серцевини [5].

Смуга FBG має можливість відображати назад дещо більшу частину випромінювання. Відображені промені складаються у фазі за умови, коли довжина хвилі в два рази більша, чим період решітки. Внаслідок цього

з'являється відображений світловий сигнал, що має досить вузьку спектральну смугу, а відображена решітками довжина хвилі є брегівською. FBG залишається, практично, прозорою для всіх інших довжин хвиль.

Брегівську довжину хвилі можна визначити як відстань між точками експонування та і показником заломлення матеріалу серцевини світловода. Така довжина хвилі, як правило, залежить від двох основних факторів: натягу волокна і температури. Наприклад, в результаті нагрівання для зміни величини напруги волокна показник заломлення і відстань між «точками» брегівської решітки будуть мати інші значення.

Таким чином, здійснюючи експериментальні заміри, можна встановити відповідність між довжиною хвилі і натягом волокна і на основі встановленої залежності розробити пристрій, за допомогою якого можна було б визначати за величиною довжини хвилі величину натягу волокна в зоні розміщення брегівської решітки. Тобто у волоконно – оптичних датчиках деформацій на основі FBG механічному напруженню, що вимірюється, завжди відповідає певна величина зміщення брегівської довжини хвилі.

Вимірювальний перетворювач FBG складається з наступних елементів [5]: лазера – джерела світла, решітки Брега – чуттєвого елемента, спектрометра – пристрою реєстрації і мікроконтроллера. Спектрометр служить для перетворення зміщення довжини хвилі, яка відображається решіткою Брега в зручний для використання електричний сигнал. Велика кількість решіток може наноситися на одне волокно. Причому кожна решітка «відкликається» на власній довжині хвилі. В результаті отримуємо розподілену систему реєстрації.

Як правило, для контролю стану об'єктів використовують зразу декілька датчиків, що об'єднані в одну систему. Схему системи таких датчиків наведено на Рис.3.

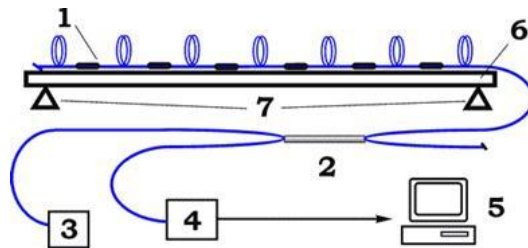


Рис.3. Система волоконно-оптичних датчиків

Широкопasmовий сигнал від напівпровідникового джерела світла 3 через волоконно-оптичний розгалужувач 2 надходить в волоконну вимірювальну лінію 1. Відбитий решітками сигнал через той же розгалужувач надходить на оптичний аналізатор спектру 4. Персональний комп'ютер 5 через необхідні проміжки часу зчитує спектр і обробляє його за допомогою спеціальної програми. Слід зазначити масштабованість системи як за

кількістю датчиків на одній вимірювальній лінії (до 50 - 100 точок вимірювання), так і за кількістю волоконно-оптичних ліній вимірювання (з використанням оптичного перемикача).

Локальність вимірювань може становити від декількох міліметрів до декількох сантиметрів в залежності від конкретних умов і завдань.

Висновок

На основі здійсненого аналізу двох типів засобів контролю міцності конструкцій гідротехнічних споруд, можна стверджувати, що, в цілому, волоконно – оптичні тензодатчики в порівнянні з тензорезисторами мають ряд переваг: невеликі розміри, мала вага, висока швидкодія, корозійна стійкість, несприйнятливість до електромагнітних завад, одне волокно має можливість утримувати декілька тензометрів. Для волоконно – оптичних пристроїв немає необхідності передбачати захисні кожухи в процесі їхньої експлуатації.

Список літератури

1. Ляпичев Ю.П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений. М.: РУДН, 2008. – 222 с.
2. Бондар О.І., Михайленко Л.С., Ващенко В.М., Лапшин Ю.С. Сучасні проблеми гідротехнічних споруд в Україні // Вісник НАН України, 2014, №2, С. 40-47.
3. Квасніков В. П. Шляхи підвищення точності вимірювання деформації та механічних напружень / В. П. Квасніков, Т. І. Ганева // Метрологія та прилади. – Київ, 2015. - № 6. – С. 15-18.
4. Hull structure Monitoring System and VDR [електронний ресурс]/ ROUVARI OY (Finland). - Режим доступу до сайту: <http://www.rouvari.fi>. - Назва з екрану.
5. Fiber Optic Hull Stress Monitoring Systems [електронний ресурс]/ Light Structures AS (Norwegian). - Режим доступу до сайту: <http://www.lightstructures.no>. - Назва з екрану.
6. И.В. Рубцов «Волоконно-оптический термометр как новый элемент мониторинга строительных сооружений», Технологии строительства 1(35)/2005.

V.V. Kovalchuk *Habil. Dr., Prof., N.G. Serbov, PhD, Prof.,
L.B. Kovalenko, PhD, Prof., O.V. Tsurkan
(Environmental University, Ukraine)*

Optical System with Quantum Dimensional Elements

The Parameterized Density Functional Theory (PDFT) was used to calculate the optic-electronic properties of a clusterize layer (CL) in Si-CL-Cu₂S(film) – optic sensitive hetero structure. The computational efficiency of the PDFT model provides improved scalability for large multi-atom simulations, such as of nanoelectronic devices that have experimental interest.

In this report, we have discussed in detail the theoretical results using local functional density method in parameterized modification of quantum-dimensional system like atomic nanoclusters. One of the main conclusions is that the comparison between theory and experiments shows the possibility of different radiative channels for the recombination in porous silicon.

Motivation of the study. Research into semiconductor clusters is focused on the properties of quantum dots (QD) - fragments of semiconductor (for example, Si) consisting of some to hundreds of atoms - with the bulk bonding geometry and with surface states eliminated by enclosure. QD exhibit strongly size-dependent optical and electrical properties [1-3]. Two peculiar characteristics of semiconductors influence the ways in which we think of an ideal semiconductor cluster, which is often called a QD. First, it is important to realize that in any material, substantial variation of fundamental electrical and optical properties with reduced size will be observed when the electronic energy level spacing exceeds the temperature. In semiconductors, this transition occurs for a given temperature at a relatively large size compared to metals, insulators, or molecular crystals.

The luminescence observed for por-Si raises an interesting problem related to the possibility of using Si in optoelectronics [2]. One likely explanation is *quantum confinement*, induced by the formation of nanocrystallites, whose effect is to break partially the optical selection rules and allow the material to luminesce.

The most striking property of semiconductor nanocrystals is the massive change in optical properties as a function of size. As size is reduced, the electronic excitations shift to higher energy, and the oscillator strength is concentrated into just a few transitions. These basic physical phenomena of *quantum confinement* arise as a result of changes in the density of electronic states and can be understood by considering the relation between position and momentum in free and confined particles. For a free particle, or a particle in the periodic potential of an extended solid, the energy and the crystal momentum can both be precisely defined, whereas the position cannot. For a localized particle, the energy may still be well defined, but the uncertainty in position decreases, so that momentum is no longer well defined.

For example, the kinetic stability of tetrasilatetrahedrane (Si₄H₄), hexasilaprismane (Si₆H₆) and octasilacubane (Si₈H₈) depends strongly on the steric

bulkiness of the substituents (matrix). The silyl-substituted Si_nY_m ($Y=t\text{-Bu}$) is stable in an inert atmosphere, but is oxidized in air to give colourless solids. The 1,1,2-trimethylpropyl-substituted Si_nY_m ($Y=\text{CMe}_2\text{CHMe}_2$) is very stable even in air and survives for two weeks in the solid state. The prismanes with Si and Ge skeletons are yellow to orange. These prismanes have absorptions tailing into the visible region. So, Si_6H_6 has an absorption band with a maximum at 241 nm tailing to ca 500 nm. The absorption band of Ge_6Y_6 ($Y=2,6\text{-i-Pr}_2\text{C}_6\text{H}_3$) has a maximum at 261 nm, which is red-shifted compared to that of Ge_6Y_6 because of the higher-lying orbitals of the Ge-Ge bonds [4].

The discrete energy eigenfunctions of the particle may then be viewed as superpositions of bulk momentum states. Given the relation between energy and momentum in the bulk solid, one can see how a series of nearby transitions occurring at slightly different energies in the bulk be compressed by quantum confinement into a single, intense transition in a QD.

The experimental data reveal a more complex situation probably characteristic of several radiative channels.

Channels for the radiative recombination. We presents a compilation of data showing that observed luminescence energies on porous silicon or silicon nanocrystals in an oxide matrix are consistently lower than the predicted optical gaps [3].

On the other hand, recent luminescence measurements on silicon crystals obtained by silane decomposition are in good agreement with theory, but the luminescence is only observed for the largest crystallites.

The situation is thus complex, even if it seems that the degree of oxidation of the samples plays an important role in the recombination mechanisms. All these results suggest that other channels for the radiative recombination are possible. Large Stokes shifts might be consistent with the eventual existence of deep luminescent centers. The problem is that nothing is presently known regarding the nature and origin of these states.

We have found another interesting situation with very small crystals, containing less than about 50 silicon atoms, where we systematically obtain a large atomic relaxation in the excited state which induces an important reorganization of the bonds in the cluster. The consequence is a large Stokes shift between the absorption and the emission energies. Therefore, small nanocrystals could play a role in the luminescence of porous silicon.

We are presently investigating the possible existence of defect states in the band gap induced by the oxidation of the surface. Among different systems that we have studied, preliminary results show that an oxygen atom doubly bonded to a silicon atom ($\text{Si}=\text{O}$) at a nanocrystal surface is a good candidate to be involved in the luminescence of porous silicon. It gives rise to a deep level below the conduction band minimum which could explain the evolution with size of the luminescence peak [4].

Structural dependence of the band gap. We calculate the electronic structure of a-Si and a-Si:H spherical clusters using the ETB and PDFT model [5]. The interaction parameters are limited to first-nearest neighbors and the usual d^{-2} Harrison law can be used to calculate their variation with interatomic distance d . The

starting structure for the a-Si or a-Si: H clusters is obtained by selecting the atoms belonging to the respective atoms unit cell. Due to the new boundary conditions the structure is no more in equilibrium and we have thus relaxed the atomic positions using a Keating potential.

A generally accepted picture of the electronic structure of a-Si is that it is still composed of valence and conduction bands separated by an energy gap but with band tails of defect or disorder-induced localized states extending into the gap. For what follows we find it useful to classify the electronic states into three categories: delocalized states, experiencing the full confinement effect as for c-Si; strongly localized states with extension in space much smaller than the cluster diameter and energies deep in the gap, insensitive to the confinement effect and showing no blue shift; weakly localized states with extension in space of the order of the cluster diameter and energies near the gap limits, subject to an intermediate blue shift.

Our results for the optical compounds of the intellectual robot's system are very important and actual. The accuracy of the method is illustrated by our results.

References

1. Kovalchuk V.V., Serbov N.G., Tsurkan O.V. Nanometrology: Heterosystems at the Information Technology // 9-th International Science and Technical Conference «Integrated Intellectual Robototechnical Complexes» 17-18 May 2016, Kyiv, Ukraine P. 76-78.
2. Chen X., Zhao J., Wang G., Shen X. The effect of size distributions of Si nanoclusters on photoluminescence from ensembles of Si nanoclusters // Phys. Lett. A. –1999. – V.212. –P.285-289.
3. Kovalchuk V.V., Quantum confinement and optical properties of silicon nanoclusters // Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Fizyka. Radio-electronika. – 2016.-No 4. (Issue 32), V. 43.- P.10-15 .
4. Delerue C., Allan G., Lannoo M. Optical band gap of Si nanoclusters // J. Lum.- 2009.-V.80.-P.65-73.
5. Kovalchuk V.V. Optical Properties of Si-nanoclusters and Channels for the Recombination in Porous Silicon// European Science Review, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 9-8 (5) 2016, - pp. 243-246.

Автоматизований супровід об'єктів в оптико-механічних системах

Розглянуто побудову систем автоматизованого спостереження та супроводу рухомих об'єктів в оптико-механічних системах. Визначено фактори, що впливають на точнісні характеристики таких систем. Описано принципи обробки даних з відеодатчика та підсистеми зіростабілізації.

Оптико-механічні системи застосовуються при розв'язку таких завдань як навігація, цілодобове пілотування повітряних апаратів, пошук, виявлення й супроводження наземних, надводних, повітряних рухомих і нерухомих об'єктів, оцінка стану техногенних об'єктів, моніторинг дорожньої обстановки й масових заходів. Залежно від області застосування оптико-механічні системи автоматизованого супроводження об'єктів будуються по різних схемах, при цьому системи автосупроводження об'єктів за даними відеоспостережень можуть бути одно-, дво- і трьохканальними з незалежними або взаємозалежними каналами, самостійними системами автоматичного керування або представляти частину більш складних систем.

Автоматичне супроводження об'єкта оптико-механічною системою припускає безперервне суміщення оптичної осі відеодатчика системи з напрямком на об'єкт, здійснюване приводами системи з використанням інформації про координати супроводжуваного об'єкта в послідовності кадрів зображень відеодатчика. У цей час до бортових систем відеосупроводження пред'являються досить жорсткі вимоги до величини помилки супроводження при високій динаміці зміни напрямку на об'єкт (кутова швидкість і прискорення досягають значень десятків кутових градусів на секунду й сотень кутових градусів на секунду у квадраті відповідно). Помилка автоматичного супроводження об'єкта не повинна перевищувати значень декількох десятків кутових секунд. Часто система відеосупроводження розташовується на рухомому носії.

На точнісні характеристики системи відеосупроводження впливають наступні фактори:

- максимальна кутова швидкість і прискорення зміни напрямку на об'єкт щодо носія опорно-поворотної платформи з відеодатчиком (ВД);
- частота формування відеокadrів;
- частота дискретизації інформації про кути повороту рамок карданного підвісу;
- ширина поля зору відеодатчика й розмір формованого їм зображення;
- точність обчислення координат центру об'єкта застосовуваними методами обробки зображення;

- величина часу запізнювання в контурі керування, що обумовлена затрачуванням часом на обробку зображення;
- структура системи відеосупроводження;
- алгоритм формування керування приводами виконавчого пристрою;
- передатна функція виконавчого пристрою (приводів швидкості карданного підвісу);
- імовірність і тривалість можливого провалля інформації про положення об'єкта на зображенні.

Система відеосупроводження (СВС), функціональна схема якої показана на рис. 1, містить електричні приводи відпрацювання заданих кутових положень рамок карданного підвісу, які зв'язані механічно із ВД; датчики кутових положень рамок виконавчого пристрою щодо деякого початкового положення; обчислювальний пристрій (ОП) для оцінки координат супроводжуваного об'єкта в прямокутній системі координат зображення.

У ОП також входить блок управління, що виробляє, на основі прийнятого закону керування, керуючі впливи, які у вигляді вихідних напруг з виходів цифроаналогових перетворювачів подаються на приводи рамок карданного підвісу.

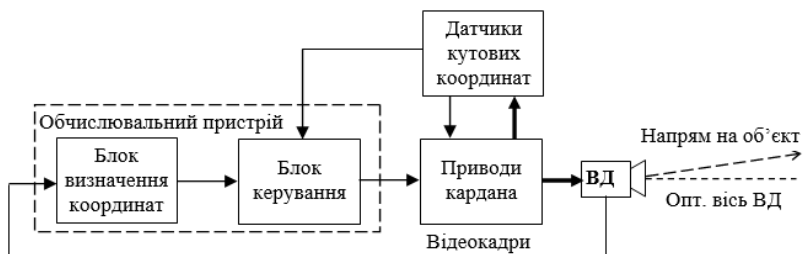


Рис. 1 – Функціональна схема системи відеосупроводження

Основним завданням СВС є безперервне в часі суміщення оптичної осі ВД із напрямком на об'єкт, спостережуваний на зображенні. Для розв'язку поставленого завдання в принципі достатньо використовувати двохосовий карданний підвіс як виконавчий пристрій. Керування положенням оптичної осі ВД у просторі здійснюється за допомогою двох приводів (рис. 2).

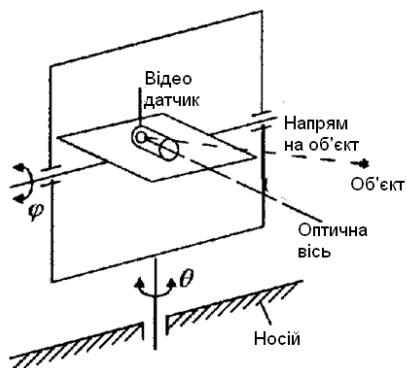


Рис. 2 – Двохосьова карданна система з відеодатчиком

Один із приводів змінює кут повороту θ зовнішньої рамки двохосьової карданної системи щодо носія, а інший - кут φ положення внутрішньої рамки із закріпленим на ній ВД, відносно зовнішньої рамки. Напрямок оптичної осі ВД перпендикулярний осі обертання внутрішньої рамки. На зображенні об'єкт (центр зображення об'єкта) представлений крапкою P (рис. 3).

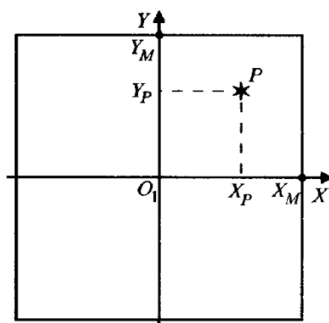


Рис. 3 – Зображення, що формується відеодатчиком

Система супроводження визначає координати центру зображення об'єкта X_p і Y_p у площині зображення кожного кадру (вимірювальна система координат O_l, X_l, Y_l). Оптичній осі ВД відповідає крапка O , на рис.1. Вважається відомим кутове поле зору ВД, якому відповідає прямокутне зображення, формоване ВД, розміром $2X_m, 2Y_m$. За вимірними значеннями X_p, Y_p і показаннями датчиків кутів поворотів θ і φ на момент одержання кадру зображення визначаються необхідні кутові положення рамок кардана θ_p і φ_p , при яких оптична вісь ВД збігатиметься з напрямком на об'єкт. При цьому зміщення $\Delta\theta = \theta_p - \theta$ та $\Delta\varphi = \varphi_p - \varphi$ будуть представляти неузгодженість, а θ_p і φ_p у деякій прийнятій системі відліку (системі координат прив'язаної до будівельних осей носія СВС), можна розглядати як задані значення кутів повороту рамок карданного підвісу.

Висновки

В роботі розглядається підсистема відеоспостереження побудована в оптико-механічній системі. Розглянуто та описано принципи роботи гіростабілізації та аналізу зображення з відеодатчика.

Список літератури

1. Системи наведення та стабілізації озброєння: [монографія] / О.М. Безвесільна, В.П. Квасніков, В.Г. Цірук, В.В. Чіковані. – К.: НАУ, 2014. – 176 с.
2. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. / [Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И.]. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

*M. Ostroverkhov, Doctor of Technical Sciences, V. Pyzhov, Ph.D, D. Kozak,
(National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine)*

Vector control system of field regulated reluctance machine

The electrical drive based on field regulated reluctance machine is a good alternative to the induction drive because of various advantages related to energy efficiency. This paper is to propose the method of development of control laws based on an idea of the reversibility of the Lyapunov direct method for the stability analysis, and using the instantaneous value of energy as the predetermined Lyapunov function.

Problem statement. The promising alternative to the most widely used induction electrical drive is one based on a field regulated reluctance machine (FRRM). Main advantages of this type of motors [1-2] are: high efficiency factor within a wide speed range; power factor is about 100%; a simple design and low production costs; high manufacturability and reliability; a wider speed control range in a zone of reduced magnetic flux; an easier heat removal.

Miscalculations during identification of the parameters of the equivalent circuit of the FRRM can be caused by assumptions used in an applied methodology, as well as by the lack of basic information. During the motor operation, resistance of windings may be changed because of heating, and inertia moment may be deviated through changes of the kinematics. These parametric deviations resulted in differences between estimated and actual parameters of the electrical drive, which, in turn, leads to worsening of control performance. Naturally, the FRRM, as well as other types of alternating current motors, is an interrelated controlled object, substantially dependent on influence of inducted eddy currents. In this case, electrical drive control requires compensation of negative influence of these coordinate disturbances.

Solution of the above mentioned problems by the classic methods of the automatic control theory, under the under conditions of uncertainties in a mathematical model, is rather complicated because requires additional algorithms of identification, adaptation or compensation. Analysis of methods for control law optimization showed [3] that solutions can be found based on a concept of reverse task of dynamics in combination with minimization of local functionals of instantaneous values of energies [4-5].

The reverse task of dynamics is to identify the control law which would ensure a given quality of control with desired static and dynamic performance of the system. The proposed method is based on an idea of the reversibility of the Lyapunov direct method for the stability analysis. This allows defining control laws which ensure that a closed loop has the predetermined Lyapunov function in form of the instantaneous value of energy. In this case, the specificity of optimization is not obtaining the absolute minimum of the quality functional, as usually used in traditional systems, but rather getting a certain minimal value which would assure a

technically allowable dynamic error of the system.

This paper is aimed at the identification of respective control laws which would allow a lesser sensitivity to variations of the motor's parameters, as well as the simplicity of realization of the control system, and consequently ensure good control performance of electrical drive, required for most of industrial technologies.

Experimental part and results obtained. A mathematical model of FRRM in the coordinate system (d-q), oriented by the rotor magnetic axis, can be described by known non-linear equation system (1).

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_d}{dt} = \frac{1}{L_s} \left(u_d - R_s i_d + L_m \frac{di_f}{dt} - \omega \psi_q \right); \\ \frac{di_q}{dt} = \frac{1}{L_s} \left(u_q - R_s i_q + \omega \psi_d \right); \\ \frac{di_f}{dt} = \frac{1}{L_f} \left(u_f - R_f i_f + L_m \frac{di_d}{dt} \right); \\ \frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J} (M - M_c); \\ \psi_d = L_s i_d + L_m i_f; \\ \psi_q = L_s i_q; \\ \psi_f = L_f i_f + L_m i_d; \\ M = \sqrt{3} Z_p [\psi_d i_q - \psi_q i_d], \end{array} \right. \quad (1)$$

where i_d, i_q and u_d, u_q – d-axis and q-axis stator currents and voltages respectively; i_f and u_f – excitation current and voltage; $\omega = Z_p \omega_r$ and ω_r – electrical and angular rotor speed; Z_p – pole couple number; J – inertia moment; M, M_c – electromagnetic motor torque and load torque; ψ_d, ψ_q, ψ_f – d- and q-axis, as well as excitation winding fluxes; L_s, L_f, L_m – stator, excitation winding and mutual inductance; R_s, R_f – stator and excitation winding resistances.

During the control system design, coordinate deviations $F_1 = L_m \frac{di_f}{dt} - \omega \psi_q$,

$F_2 = \omega \psi_d$, and $F_3 = L_m \frac{di_d}{dt}$ are usually interpreted as indeterminate, but value limited $F_1 \leq F_{1\max}$, $F_2 \leq F_{2\max}$, $F_3 \leq F_{3\max}$, while values of control signals u_d, u_q, u_f are sufficient for their compensation. In this case, a problem to control the interrelated controlled object (1) comes to finding solution of local tasks to control four liner subsystems.

From the control point of view, the FRRM is similar to a classic synchronous motor, and its constructive features allow applying the direct vector control system with rotor position orientation.

The vector control system, according to first four differential equations of the system (1) consist of four control loops: for stator d-axis current i_d , q-axis current i_q , excitation current i_f , and motor speed ω_r . The speed loop is external to the internal loop of current i_q . This current defines a value of the electromagnetic torque of a motor. The excitation current i_f can be easily controlled within the range 1:8. This allows increasing a range of speed control with a constant power, in comparison with induction motor.

An object of the local control loop for the stator current i_d according to the 1st equation of the system (1)

$$L_s \frac{di_d}{dt} + R_s i_d = u_d + F_1 \quad (2)$$

can be described by the first order linear differential equation with control signal u_d and disturbance F_1 . A desired equation of the closed current loop, which defines expected control performance, can also be described by the first order differential equation

$$\dot{z} + \alpha_{0i_d} z = \alpha_{0i_d} i_d^*, \quad (3)$$

where i_d^* – referenced current. The equation (3) enables a type 1 astatic system for control variable, as well as smooth (with no overcontrol) current transients. Required transient time $t_n \approx 3/\alpha_{0i_d}$, is defined only by the coefficient α_{0i_d} .

The extent to which the real current control process is close to desirable one can be estimated through the functional, which depends on inductance-normalized instantaneous energy of the magnetic field by the 1st derivation of the current

$$G(u_d) = \frac{1}{2} [\dot{z}(t) - i_d(t)]^2. \quad (4)$$

To minimize the functional, the gradient law of the 1st order can be used

$$\frac{du_d(t)}{dt} = -\lambda_{i_d} \frac{dG(u_d)}{du_d}, \quad (5)$$

where λ_{i_d} – a constant.

Substituting (2) and (4) into (5), the control law for the current i_d can be obtained i_d

$$\dot{i}_d(t) = k_{i_d} (\dot{z} - i_d), \quad (6)$$

where $k_{i_d} = \lambda_{i_d} / L_s$ – the gain coefficient of the controller.

Necessary condition for a convergence of the functional minimization process with $t \rightarrow \infty$

$$\frac{dG(u_d)}{dt} < 0; G(u_d) \rightarrow 0 \quad (7)$$

is met according to a mark rule

$$\text{sign}(k_{i_d}) = \text{sign}(1/L_s) \quad (8)$$

A variable \dot{z} in the control law (6) plays a role of a necessary derivative on the current, which can be found in real time from the equation (4) through closing feedback on the current component $z = i_d$

$$\dot{z} = \alpha_{0i_d} (i_d^* - i_d) \quad (9)$$

Integrating both parts of the equation (6) and taking into account (9), the control law for the current i_d can be finally obtained

$$u_d(t) = k_{i_d} (z - i_d); \quad z = \alpha_{0i_d} \int_0^t (i_d^* - i_d) dt \quad (10)$$

Contrary to classic controllers, the designed one does not contain parameters of the controlled object (1), and has only the parameter α_{0i_d} which defines the desired equation of the closed-loop system performance (3).

The developed vector control system was investigated through modelling with the following parameters of the FRRM: rated power $P_H = 208 \text{ kW}$; rated motor torque $M_H = 663 \text{ Nm}$; rated current $I_H = 458 \text{ A}$; rated speed $n_H = 3000 \text{ rpm}$. Controllers had parameters as follows: current controller i_d : $\alpha_{0id} = 500$, $k_{id} = 250$; current controller i_q : $\alpha_{0iq} = 500$, $k_{iq} = 260$; current controller i_f : $\alpha_{0if} = 50$, $k_{if} = 250$; speed controller: $\alpha_{0\omega} = 150$, $k_{\omega} = 50$.

Fig. 1 presents speed tracking error under variation of the stator resistance R_s : $R_s = 0.0029 \Omega$ (rated value), $R_s = 0.00145 \Omega$ (0.5 rated value) and $R_s = 0.0058 \Omega$ (2.0 rated value). As seen, this parametric disturbance does not affect the dynamic performance of the proposed system: three transients are identical, no recognizable differences. The maximal dynamic speed error during start is not over 4 rad/s , and during the applying the load torque – 3.3 rad/s .

The results of study presented above, clearly demonstrate that the electrical drive with FRRM, designed based on the proposed methodology, has good control performance, is simple for development, and allows required operation under the parametric disturbances

Conclusions

Proposed electrical drive based on a field regulated reluctance machine can be designed based on the relatively simple methodology, applying a concept of reverse task of dynamics in combination with minimization of local functionals of instantaneous values of energies. This approach allows practical development of the controllers of the electro-mechanical system which would ensure a given quality of control and adequately simple practical realization under conditions of variation of

the parameters of the controlled object and the uncertainties in a mathematical model. As a result, this type of electrical drive can be recommended for further development and promotion, to be used in technological processes and installations of various industries.

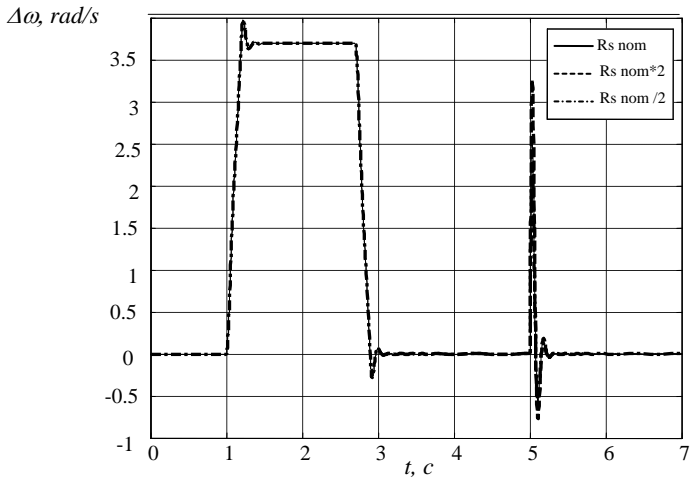


Fig. 1. Transients of speed error under stator winding resistance variation

References

1. S. Song, L. Ge, S. Ma, M. Zhang, and L. Wang (2015), "Accurate measurement and detailed evaluation of static electromagnetic characteristics of switched reluctance machines", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 64, no. 3, pp. 704–714.
2. Kozachenko V., Rusakov A., Sorokin A., Kochanov A. (2011), "Switched reluctance drive – a promising direction of development of modern controlled electric drive", Novosti teplosnabzheniya, Vol. 11, pp. 24–26.
3. Potapenko E.M., Kazurova A.E. (2007), "Precision control uncertain objects. Comparison of methods of control", Sb. nauchn. trud. Dneprodzerzhinskogo gos. texn. univer-ta, pp. 353–356.
4. Krut'ko P. D. (2005), "Robustly stable structures of control systems of high dynamic precision. Algorithms and dynamics of control of model objects", Izvestija RAN. TiSU, Vol. 2, pp. 120–140.
5. Ostroverkhov N., Buryk N. (2011), "Control of coordinates electric drives based on the concept of inverse dynamics problems for minimization local functionals momentary values of energy", Elektrotehnika i elektroenergetika, Vol. 1, pp. 41–49.

*М.С. Граф, аспірант 1²⁰ року за програмою PhD
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Прийняття рішень в системі керування безпілотним повітряним судном

Показано процес прийняття рішення безпілотним повітряним судном, розглянуто схеми, приведені графіки.

Підхід до побудови системи прийняття рішень

При керуванні безпілотного повітряного судна (БПС) оператором, як правило, виникають помилки при нештатних ситуацій, коли необхідно за обмежений час оцінити ситуацію та прийняти правильне рішення.

Для БПС нештатними ситуаціями можуть бути ситуації по аналогії з авіаційними правилами [1]: погіршення льотних характеристик, стійкості та керованості, міцності та роботи системи, збільшення психічного та фізіологічного навантаження на оператора.

За ступенем небезпеки виділяють наступні нештатні ситуації [2]: погіршення умов польоту, складна ситуація, аварійна ситуація, катастрофічна ситуація.

Тобто при керуванні БПС, задача побудови системи прийняття рішень оператором також актуальна при виникненні нештатних ситуацій.

Ситуації, пов'язані з прийняттям рішення як правило зустрічаються на протязі всього життєвого циклу системи. Методи керування рішеннями найбільш часто використовуються системними інженерами при проведенні оцінки альтернатив. Дослідження альтернатив направлено на визначення, вимірювання та оцінку вимог в цілях пошуку або раціонального варіанту керування. Такий підхід дозволяє знайти оптимальний варіант рішення між конкуруючими цілями. За допомогою техніки декомпозиції рішень на логічні частини та наступного аналізу цих частин назад в єдине ціле, процес керування дозволяє працювати на зрозумілому для людини рівні, одночасно уникаючи проблеми.

Процес керування прийняттям рішеннями полягає в наступному:

- застосуванні математичних методів аналізу рішення для дослідження альтернатив;
- розробку однієї основної моделі рішення, з наступним її уточненням, поновленням та використанням для оцінки альтернатив на протязі всього життєвого циклу;
- використання ціле направленого мислення для отримання найкращих альтернатив;
- ідентифікацію невизначеності та оцінку ризиків для кожного рішення.

Задача розпізнавання стану БПС

Відомо, що вектор контрольованих параметрів, який характеризує стан об'єкту керування може бути представлений:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_r),$$

де r – кількість контрольованих параметрів, вектор спостереження $Y(t)$. Об'єкт спостереження може знаходитися в одному зі станів, що складають повну групу подій, які будуть альтернативними гіпотезами $W = (W_1, W_2, \dots, W_E)$, де E – число гіпотез. До кількості можливих станів доцільно включати і такі, при яких існує ймовірність відмови.

В загальному вигляді залежність кількості інформації $F_n(S)$ від критичності n ситуацій, що виникають в об'єкті керування та часу S поновлення інформації в процесі формування керуючих впливів, що дають можливість підвищити точність реакції системи прийняття рішень, має вигляд [3]:

$$F_n(S) = (S)^n e^{-S}.$$

Позначимо декілька видів критичних ситуацій: нормальні ситуації – $n=0$, ускладнення умов польоту – $n=1$, складні ситуації – $n=2$, аварійні ситуації – $n=3$. Для кожної з цих видів ситуацій побудуємо графіки (рис. 1)

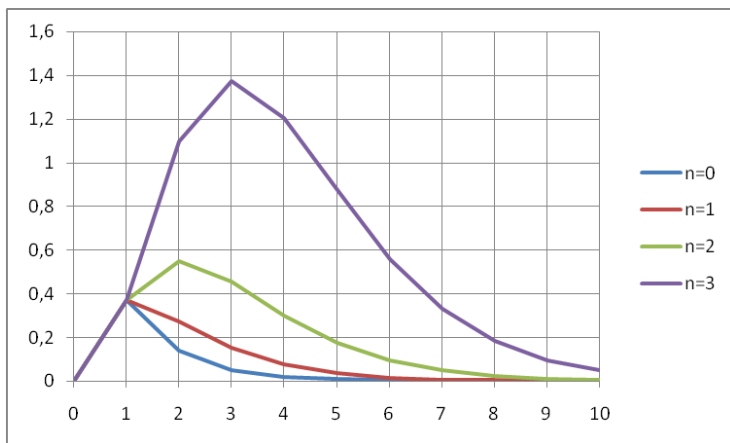


Рис. 1. Залежність кількості інформації від критичності ситуацій, що виникають при формуванні керуючих впливів

Для проведення дослідження проблеми зростання кількості інформації підвищенні ступеня небезпеки нештатної ситуації в умовах часових обмежень можна представити у вигляді схеми приведеної на рис. 2.

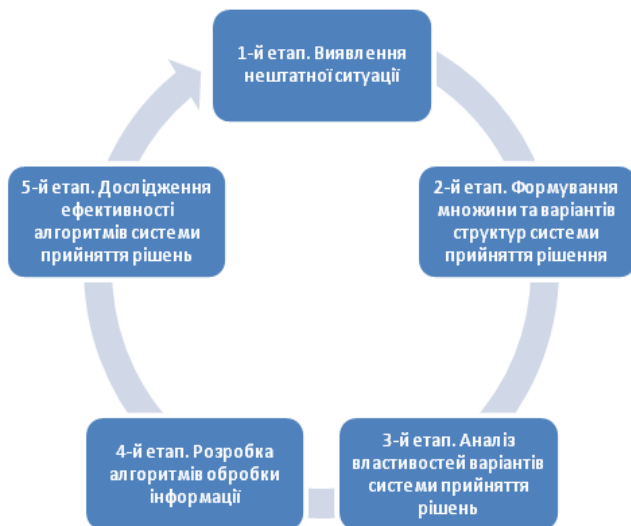


Рис. 2. Схема дослідження зростання кількості інформації

Таким чином, поетапне рішення проблеми при виникненні нештатних ситуацій та поступовому збільшенні кількості інформації в умовах часових обмежень дозволяє створювати процедури прийняття рішень оператором БПС. Кожна зі створених процедур враховує своєчасність та адекватність реагування при виникненні кожної з видів нештатної ситуації.

Список літератури

1. Колев Г.Й. Моделирование составления прогнозов поведения информационно-управляющей системы обеспечения безопасности летательных аппаратов в нештатных ситуациях. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2015. – 236 с.
2. Макаров Н.Н. Системы обеспечения безопасности функционирования бортового эргатического комплекса: теория, проектирования, применение / Под ред. В.М. Солдаткина. – М.: Машиностроение. Рис. 2. Схема исследования проблемы нарастающего количества информации при повышении степени опасности НШС в условиях жестких временных ограничений 202 TRANSPORT BUSINESS IN RUSSIA | №6 2015 | ТРАНСПОРТ – Полет, 2009. – 760 с.
3. Парфенова М.Я. Информационное обеспечение процедур принятия решений: Учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2004. – 194 с.

Ю.Б. Коваленко, к.пед.н., Л.П. Рибалка, М.В. Бурлака
(Національний авіаційний університет, Україна)

Аналіз методів зберігання, пошуку та структурування інформації

У роботі представлений огляд існуючих методів маніпуляції структурованими документами, включаючи перегляд, пошук, швидку зміну стилю документа. Розглянуто та класифіковано різні мови запитів, створені для роботи зі структурованими документами.

Засновані на знанні логічної структури системи перегляду документів забезпечують можливість вибору посилань переходу до необхідного вам логічним елементам. В [2] описана подібна система, заснована на об'єктно-орієнтованій базі даних.

З існуючих комерційних продуктів для створення і перегляду структурованих даних, слід згадати ієрархічну СУБД «Ніка» компанії Cognitive Technologies [3]. Ця СУБД має добре розроблений Web-інтерфейс, що дозволяє легко створювати, переглядати та змінювати дані ієрархічної структури, які потім зберігаються в базі даних. Ще один добре відоме інструментальне засіб, призначене для роботи зі структурованими даними - Microsoft XML Notepad. Цей продукт, крім усього іншого, має графічний інтерфейс для створення і перегляду документів XML.

На знанні логічної структури також заснований процес інформаційного пошуку специфічних логічних елементів документа. Система, представлена в [1], дозволяє не тільки здійснити перехід від одного стилю відображення документа до іншого, а й створювати запити, засновані на логічну структуру і ключових словах документа.

Більшість комерційних систем текстових баз даних забезпечує для формулювання запитів тільки розширену булеву алгебру. Такі системи забезпечують досить обмежену підтримку використання логічної структури документа. Зазвичай документ розділяється на низку визначених полів; тоді запити можуть ставитися до цих полів. Однак, ці методи для роботи зі структурою документа є дуже жорсткими і призводять до того, що структура документа, яка не може бути відображена в зумовлених полях, втрачається і не може бути згадана в запиті.

Для вирішення цієї проблеми поруч дослідників були розроблені спеціалізовані мови, призначені для пошуку, заснованого на знанні логічної структури документа. В [4] представлено мову запитів для структурованих документів, названий SSQL. Синтаксис запропонованої мови нагадує SQL, але допускає при цьому визначення елементів логічної структури документа. Робота представленої системи проводиться в три етапи: створення та виконання власне запиту SSQL перегляд і коригування повчаннях результатів користувачем; представлення результатів у вигляді гіпертекстових посилань або в ієрархічному вигляді.

У зв'язку з тим, що мова XML стає новим стандартом для представлення та обміну даними, були запропоновані нові мови для пошуку структурованих даних XML. Деякі з цих мов були розроблені в традиції мов запитів баз даних (тобто, SQL, OQL), інші - більш близькі до XML. Однак, в даний час не існує стандарту для мови запитів XML. Нижче представлено порівняння найбільш поширених мов запитів для XML.

Мова LOREL була спочатку розроблена для пошуку напівструктурованих даних і в даний час розширено для розуміння XML даних. LOREL є мова в стилі SQL / OQL, яка включає в себе сильний механізм приведення типів і дозволяє створення дуже потужних запитів, що виражають необхідну логічну структуру шуканих елементів, що надзвичайно корисно, коли структура документа не відома заздалегідь.

Мова XML-QL розширює SQL шляхом введення нової пропозиції CONSTRUCT для формування документа, що прямував із запиту. За допомогою XML-QL можна не тільки створювати запити на вибірку, а й перетворювати дані, що зроблено для інтеграції даних XML з різними джерел.

У мові стилів XSL існують засоби, які можуть бути основою для мови запитів XML. XSL-програма складається з набору правил; кожне правило розділяється на дві частини: шаблон, який відповідає вузлу вихідного дерева і шаблон, який необхідний для того, щоб сформувати частину результуючого дерева. XSL використовує потужну мову виразів для вибору елементів, обробки умовних виразів і генерації тексту.

XQL - мова для пошуку і фільтрації структурних елементів і тексту всередині XML-документів. XQL може розглядатися природним розширенням до XSL; ця мова розроблена з метою зробити запит синтаксично дуже простим і компактним.

Нова мова EquiX для пошуку даних XML в Web, яка об'єднує потужність запиту з простотою пошуку. Для запитів EquiX забезпечений графічний інтерфейс і формальний синтаксис. EquiX об'єднує відповідні шаблони і логічні вираження, щоб провести пошук як для даних, так і для метаданих XML-документів. Результатом запиту в EquiX є набір XML-документів. DTD, що описують підсумкові документи, виходять автоматично з запиту.

Розроблений фірмою Sequoia Software пошуковий механізм Xdex для контекстно-залежного пошуку документів XML, також призначений для Web-пошуку і володіє власним розгорнутим цих слів, оснащеним графічним інтерфейсом. Xdex поки є єдиний закінчений комерційний програмний продукт, призначений для індексування документів XML.

Відповідно до вищесказаного, мови запитів для XML складають мовну ієрархію, представлену на рис. 1, подібно існуючим ієрархій для реляційних і об'єктно-реляційних баз даних або мов програмування.

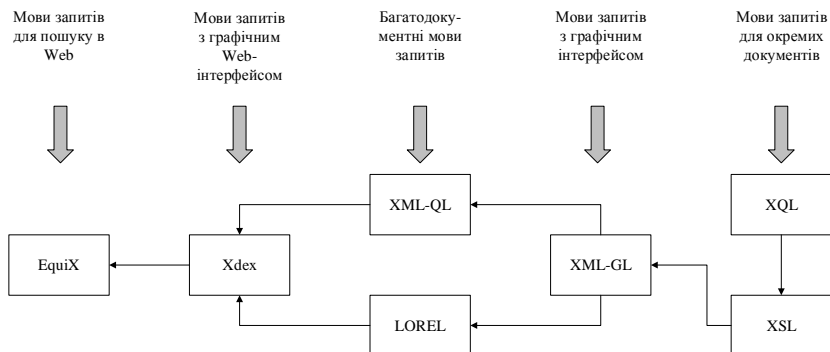


Рис. 1 Класифікація мов запитів для XML

Збільшення часових і матеріальних витрат на обробку результатів запиту трапляється через неточність добування інформації з баз даних. Однак, додаток не повинен відкидати дані просто тому, що вони не повністю відповідають жорстко заданій структурі бази даних.

Дані XML ієрархічні, тому вони набагато краще відображають дійсну картину світу, ніж плоскі уявлення. Представлена в форматі XML інформація впорядкована і має чітко виражену структуру. Однак, на відміну від інших структурованих даних (наприклад, класичних реляційних таблиць), ця структура може бути легко змінена. XML збирає дані додатків для подальшої їх вибірки за допомогою досконаліших систем завдяки своїй гнучкості.

Одним з перспективних шляхів вирішення проблеми управління документами з розміткою XML є збереження і маніпуляція електронними документами за допомогою СУБД. Перевагою цього підходу є уявлення структурованих даних в більш керованому і систематизованому середовищі.

Бази даних, що допускають зберігання і маніпуляцію документами XML, можна розділити на дві групи. До першої групи належать бази даних, усередині яких документи XML не зберігаються в оригінальному форматі. Такі бази даних називаються підтримуючими XML (XML-extensible database). Другу групу складають бази даних, що дозволяють збереження XML документів в оригінальному форматі. Такі бази даних називаються істинними XML-базами даних (native XML database) або просто XML-базами даних.

Існує певна перевага в комбінації з оригінальним форматом для зберігання даних XML в базі даних. Ієрархічна організація документа є однією з найважливіших властивостей XML. Тому база даних, що призначена для зберігання і маніпуляції структурованими даними безпосередньо в форматі XML, повинна бути ієрархічною. В цьому випадку перетворення між документом і базою даних стає непотрібним. Іншим варіантом зберігання XML у власному форматі є створення спеціалізованих об'єктів і методів всередині об'єктно-орієнтованої бази даних.

Багато провідних виробників баз даних впроваджують підтримку формату XML в уже існуючі продукти. Наприклад, корпорація IBM розробила додаток XML Extender for DB2, яке дозволяє зберігати документи XML в базах

даних DB2. СУБД від Microsoft і Oracle також мають можливість роботи і видачі даних в форматі XML.

Методи, подібні використовуваним вищевказаними програмними додатками і призначені для перекладу реляційних баз даних в документи XML описані в [5]. Іншими дослідниками були розглянуті методи рішення більш складного завдання – переведення структурованих даних з розміткою XML в реляційні СУБД. [6] представляє методи відображення в реляційні СУБД мультимедійних даних, структурованих за допомогою формату XML.

Розгляд існуючих методів зберігання і пошуку інформації в виділеному класі структурованих документів із змінним складом показав, що для роботи з структурованою інформацією найбільш застосовні методи відображення структурованих документів на реляційні моделі баз даних.

Список літератури

1. Klein B., Fankhauser P. Error tolerant document structure analysis. IEEE International Forum on Research and Technology on Advances in Digital Libraries: ADL'97, 1997.-P. 116-127.
2. Wang B. The design of an integrated information system. Proceedings of 7th International Conference Database and Expert Systems Applications, Springer-Verlag, USA, 1996. -P. 479-488.
3. Коржов В.И. Наследница ИИЭС. Возрождение иерархических СУБД // Computerworld Россия. - 2000. - № 44. - С. 42-43.
4. Yeh L., Yao H., Chen Y. SSQL: a semistructured query language for SGML document retrievals. Proceedings of the 14th Annual International Conference on Computer Documentation, Montreal, Canada, 1996.
5. Turau V. Making legacy data accessible for XML applications. Technical report 331, Wiesbaden, Germany, 1999.
6. Turau V., Rakow T.C. A Schema partition for multimedia database management systems. Integrated Publication and Information Systems Institute, Darmstadt, Germany, 1999

*М.Я. Острроверхов, д.т.н., М.П. Бурик, к.т.н., В.Є. Гриценко,
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)*

Робастна система регулювання напору відцентрового насосу

Запропоновано грубу систему керування насосною установкою з векторно-керованим асинхронним електроприводом на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергії, що забезпечує високу якість керування напором в умовах дії параметричних збурень.

Застосування насосних установок у взаємодії з зовнішньою мережею в різних технологічних процесах вимагає від сучасних систем керування оптимальних режимів роботи та задовільних енергетичних показників під час експлуатації [1]. Але відхилення характеристик насосу за рахунок зносу його елементів, зміна параметрів електродвигунів у наслідок нагріву обмоток, насичення магнітного кола, ефекту витіснення струму при зміні основної частоти гармоніки напруги, зміна характеристики гідравлічної мережі та сумарного моменту інерції погіршують якість керування. Це обумовлює застосування робастної системи керування з векторно-керованим асинхронним електроприводом, яка забезпечує грубість до дії параметричних збурень, високу якість регулювання напором рідини та суттєво зменшує споживання електроенергії.

Перевага асинхронних електроприводів полягає у високій надійності та низькій вартості устаткування. Проте асинхронний двигун, як об'єкт керування представляє собою взаємозв'язану та нелінійну систему, що ускладнює впровадження якісних систем регулювання електромеханічними координатами електроприводів. Приведені проблеми векторно-керованого асинхронного електропривода вирішуються за допомогою застосування алгоритмів керування на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергій, які забезпечують слабкої чутливість системи керування до дії параметричних та координатних збурень [2].

Переваги запропонованого методу керування координатами електроприводів полягають у простій процедурі синтезу та реалізації алгоритмів керування в умовах невизначеності математичної моделі об'єктів. Закони керування координатами не містять диференціальних ланок та визначаються за видом диференціального рівняння об'єкта та рівнянням бажаної якості керування.

Метою роботи є дослідження робастної системи регулювання напору насосної установки з векторно-керованим асинхронним електроприводом, яка забезпечує високу якість керування та слабку чутливість до дії різних дестабілізуючих факторів.

Основні матеріали дослідження. Динамічна модель гідравлічної мережі з відцентровим насосом, нелінійна аналітична модель простої ділянки мережі, напірна характеристика відцентрового насоса $H=f(Q)$ у межах робочої зони, статичні $H=f(Q)$ характеристики гідравлічної мережі з постійними параметрами, лінійна аналітична модель простої ділянки мережі за витратами у вигляді неоднорідного диференціального рівняння, динамічні характеристики ділянки гідравлічної мережі при регулюванні напору представлені в [2, 3].

3 [2] еквівалентна двохфазна математична модель асинхронного двигуна під час роботи насоса з протитиском у синхронній системі координат з урахуванням диференціального рівняння ділянки гідравлічної мережі представлена за допомогою системи диференціальних рівнянь (1).

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{2Q_n(\dot{a}_p + \dot{a}_l)} \frac{dH}{dt} + H &= \frac{\dot{Q}}{Q_n(\dot{a}_p + \dot{a}_l)} \frac{H_0}{\omega_l} \frac{1}{J} \left[\frac{3}{2} p_n \frac{L_m}{L_2} \left(|\psi_2| i_{1q} \right) \right] + V_H, \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{J} [T - T_l] = \frac{1}{J} \left[\frac{3}{2} p_n \frac{L_m}{L_2} \left(|\psi_2| i_{1q} \right) \right] - \frac{1}{J} [T_l]; \\ \frac{di_{1d}}{dt} + \left(\frac{R_1}{\sigma} + \alpha \beta L_m \right) i_{1d} &= V_{1d} + \frac{u_{1d}}{\sigma}; \\ \frac{di_{1q}}{dt} + \left(\frac{R_1}{\sigma} + \alpha \beta L_m \right) i_{1q} &= V_{1q} + \frac{u_{1q}}{\sigma}; \\ \frac{d|\psi_2|}{dt} + \alpha |\psi_2| &= \alpha L_m i_{1d}; \\ \frac{d\varepsilon_0}{dt} &= \omega_0 = \omega p_n + \frac{\alpha L_m i_{1q}}{|\psi_2|} + \kappa_1 (e_{i1d} - \hat{i}_{1d}), \\ \varepsilon_0(0) &= 0; \frac{e_{i1d}}{dt} = \kappa (i_{1d} - \hat{i}_{1d}), \end{aligned} \right. \quad (1)$$

де $T_Q = L/(sg)$ – коефіцієнт математичної моделі;

L – довжина ділянки мережі, м;

s – переріз трубопроводу, м²;

$g=9,8$ – прискорення вільного падіння, м/с²;

Q_n – номінальне значення подачі при номінальній кутовій швидкості відцентрового насоса у робочій точці, м³/с;

H – напір насоса, м;

a_p – гідравлічний опір насоса, с²/м⁵;

a_l – коефіцієнт опору гідравлічної мережі, с²/м⁵;

H_0 – напір насоса при $Q=0$ та номінальній кутовій швидкості, м;

Q – об'ємна подача, м³/с;

ω – кутова швидкість насоса, рад/с;

ω_n – номінальна кутова швидкість двигуна, рад/с;

$$V_H = -\frac{\dot{Q}}{Q_i(\dot{a}_p + \dot{a}_l)} \frac{H_0}{\omega_l} \frac{1}{J} T_l + \frac{\dot{a}_l}{(\dot{a}_p + \dot{a}_l)} \frac{2H_0}{\omega_l} \omega \quad - \quad \text{обмежені} \quad \text{за}$$

величиною невизначені координатні збурення ($V_H \leq V^0_H$).

ω_0 – кутова швидкість обертання магнітного поля, рад/с;

J – сумарний момент інерції електропривода, кгм^2 ;

T – електромагнітний момент двигуна, Нм;

$$T_l = T_0 \frac{\omega^2}{\omega_l^2} + (T_l - T_0) \frac{\omega}{\omega_l} \sqrt{\frac{H_0 \frac{\omega^2}{\omega_l^2} - H_{st}}{H_0 - H_{st}}} - \text{момент навантаження, Нм;}$$

H_{st} – статичний напір, який йде на підйом рідини на необхідну висоту, м;

$p_n = 1$ – число пар полюсів двигуна;

L_1, L_2, L_m – індуктивність обмотки статора, ротора та контуру намагнічування, Гн;

$|\psi_2|$ – модуль вектора потокозчеплення ротора, Вб;

i_{ld}, i_{lq} – компоненти вектора струму статора, А;

T_0 – момент на валу насоса при номінальній кутовій швидкості та $Q=0$, Нм;

T_n – номінальний момент відцентрового насоса, Нм;

$\alpha=R_2/L_2, \beta=L_m/\sigma L_2, \sigma=L_1-L_m^2/L_2$ – коефіцієнти математичної моделі;

R_1, R_2 – активний опір обмотки статора та ротора, Ом;

U_{ld}, U_{lq} – компоненти вектора напруги статора, В;

ε_o – кутове положення рухомої системи координат (d-q) відносно нерухомої системи координат (a-b), рад;

V_{ld}, V_{lq} – обмежені за величиною ($V_{ld} \leq V^0_{ld}, V_{lq} \leq V^0_{lq}$), проте невизначені координатні збурення;

i^{\wedge}_{ld} – оцінене значення польової компоненти вектора струму статора;

$(\kappa, \kappa_l) > 0$ – параметри налаштування спостерігача компоненти вектора струму статора i_{ld} .

Синтез алгоритмів керування та визначення параметрів регуляторів на основі запропонованої концепції польовою й моментною компонентами вектора струму статора, модулем вектора потокозчеплення ротора наведено [4], а напором гідравлічної мережі представлено в [3]. Розроблені алгоритми керування координатами векторної системи мають однаковою структуру та забезпечують астатизм першого порядку за керуючою дією. Закон керування напором гідравлічної системи описується наступним рівнянням

$$\begin{aligned} i_{lq}^* &= k_H(z - H); \\ z &= \gamma_H \int_0^t (H^* - H) dt. \end{aligned} \quad (2)$$

де k_H – коефіцієнт підсилення регулятора напругу;

z – проміжна координата;

γ_H – коефіцієнт, за допомогою якого задається бажана тривалість t_{nn} аперіодичного перехідного процесу напругу $\gamma_H \approx 3/t_{nn}$;

i_{lq}^* – задане значення моментної компоненти вектора струму.

Регулятори мають наступні параметри: компонент струму статора: $\gamma_{idq}=\gamma_{id}=500$, $k_{idq}=k_{id}=50$; напору насосної установки $\gamma_H=100$, $k_H=1$; модуля потокозчеплення ротора $\gamma_\psi=100$, $k_\psi=200$. Параметри спостерігача компоненти вектора струму статора $i_{id} \kappa=50$, $\kappa_I=10$.

Дослідження запропонованої системи керування напором насосної установки проведено шляхом моделювання під час дії параметричного збурення, а саме, зменшення на 40 % номінального значення активного електричного опору обмотки ротора R_2 за рахунок похибки у визначенні параметрів установки. Двигун має наступні дані: $P_n=3$ кВт, $\omega_n=300$ рад/с, $U_{In}=380$ В, $f_{In}=50$ Гц – номінальна потужність, кутова швидкість, лінійна напруга та частота напруги; $R_1=2,5$ Ом, $R_2=1,6$ Ом – активні опори обмоток статора та ротора, $J=0,007$ кгм² – момент інерції двигуна; $T_I=10$ Нм – момент навантаження. Гідравлічна мережа має довжину 100 м. Рідина підіймається на висоту $H_{st}=65,5$ м. На насосній установці встановлено відцентровий насос типу NMD 25/190B/A, який забезпечує подачу рідини 4,5 м³/год та повний напір 71 м.

Моделювання проводилось за наступною послідовністю, яка зображена на рис.1:

- 1) в початковий момент часу $t=0$ с електродвигун прискорюється по заданій траєкторії напору до номінальної кутової швидкості за 2 с;
- 2) на 3 с виникає різкий стрибок тиску за рахунок зменшення споживання рідини на $H_c=15$ м;
- 3) в момент часу $t=4$ с виникає різке збільшення напору на 15 м.

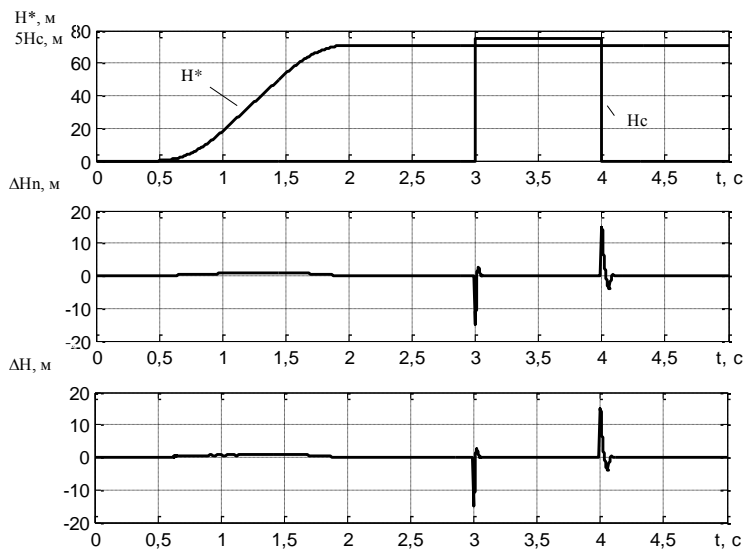


Рис. 1. Графіки заданих траєкторій та перехідних процесів напору насосної установки

Графіки перехідних процесів похибок напору насосної установки при номінальних параметрах ΔH_n та під час дії параметричного збурення ΔH у вигляді зменшення на 40 % номінального значення активного електричного опору обмотки ротора R_2 практично співпадають. Система немає статичних похибок (по навантаженню) при зміні тиску мережі. Час компенсування перехідного процесу при зменшенні тиску і при відсутності збурення дорівнює 0,0437 с та 0,044 с під час дії збурення. Максимальне відхилення напору у двох режимах дорівнює 15 м за рахунок збільшення та зменшення тиску гідравлічної мережі. Параметричне збурення призводить до незначного коливання динамічної похибки при відпрацюванні заданої траєкторії напору.

Висновки

Розроблена робастна система керування насосною установкою з векторно-керованим асинхронним електроприводом на основі концепції зворотних задач динаміки у поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергії забезпечує високу якість керування напором в умовах дії параметричного збурення.

Список літератури

1. Шевчук С.П. Насосні, вентиляторні та пневматичні установки: підруч. / С.П. Шевчук, О.М. Попович, В.М. Світлицький. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 308 с. – ISBN 278-966-622-363-3.
2. Островерхов М.Я. Система автоматичного регулювання напору насосної установки з властивостями слабкої чутливості до параметричних збурень / М.Я. Островерхов, М.П. Бурик // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 175 “Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження АПК України”. – Харків. ХНТУСГ, 2016. – 173 с. – ISBN 5-7987-0176X.
3. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС: Учебное пособие. – Одесса: «Астропринт», 2001. – 305 с. – ISBN 966-549-541-0.
4. Островерхов М.Я. Керування електромеханічними системами на основі мінімізації локальних функціоналів миттєвих значень енергій / М.Я. Островерхов, М.П. Бурик // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 1/2013(21). – С. 40-47. – ISSN 2074-9937.

Проблеми визначення експлуатаційного мінімуму аеродрому цивільної авіації

В доповіді аналізується процедура визначення параметрів експлуатаційного мінімуму аеродромів цивільної авіації. Наводяться аргументи на користь визначення параметрів експлуатаційного мінімуму безпосередньо самим аеродромом.

Експлуатаційний мінімум аеродрому (ЕМА) є одною з основних технічних характеристик аеродрому, яка визначає його якість, тобто здатність забезпечувати польоти повітряних суден (ПС) у певних метеорологічних умовах. Якісно ЕМА характеризує ступень оснащення аеродрому аеронавігаційним та іншим необхідним обладнанням і технічний стан цього обладнання. Кількісно ЕМА характеризується двома параметрами – висотою прийняття рішення (DH) при точному заході на посадку або мінімальною висотою зниження (MDH), при неточному заході на посадку та дальністю видимості на злітно-посадковій смузі (ЗПС) (RVR).

Висота прийняття рішення при точному заході на посадку, DH, в основному, визначається рельєфом місцевості в зоні аеродрому, а саме наявністю та висотами перешкод, а також, характеристиками точності радіотехнічного навігаційного обладнання.

Дальність видимості на ЗПС – RVR – функціонально пов'язана з висотою прийняття рішення та визначається, поміж іншим, категорією світлосигнальної системи аеродрому (ССА) її технічним станом та комплектною підсистеми вогнів наближення.

На даний час, в Україні, експлуатаційний мінімум будь-якого аеродрому визначається експлуатантами ПС. Визначення ЕМА проводиться відповідно до вимог Наказу Державіаслужби від 21.02.2006, №137 виключно з застосуванням методики викладеної в документі [1]. Аеродром не бере участі у визначенні параметрів ЕМА, а тільки декларує наявний склад і технічний стан наземного аеронавігаційного обладнання.

Об'єктом дослідження в даній роботі є процедурні правила визначення параметрів ЕМА. Предметом дослідження є навігаційне обладнання аеродрому, що безпосередньо впливає на параметри ЕМА. Метою доповіді є доведення доцільності визначення параметрів ЕМА експлуатантом аеродрому.

Актуальність проблеми полягає в тому, що 30% аеродромів України, які мають ЗПС, обладнанні для точного заходу на посадку за I категорією укомплектовані вогнями малої інтенсивності (ВМІ). У методиці [1] відсутній чіткий алгоритм визначення параметрів ЕМА для точного та неточного заходів на посадку при використанні ССА типу ВМІ.

Додатковий негативний фактор полягає в тому, що на аеродромах,

оснащених ССА типу ВМІ, дальність видимості на ЗПС – RVR не розраховується, а, в кращому випадку, визначається тільки метеорологічна оптична дальність видимості – MOR (meteorological optical range). Метеорологічна оптична дальність визначається як довжина шляху в атмосфері, що створює ослаблення світлового потоку в колімаційному пучку від лампи розжарювання при колірній температурі 2700 К до 0,05 його первинного значення. Вже з визначення терміну MOR зрозуміло, що ця інформація не представляє для екіпажа ПС реальної цінності, адже йому необхідно знати значення RVR, а саме, з якої відстані до ЗПС буде встановлений необхідний візуальний контакт з наземними орієнтирами.

Аеродром, не розраховуючи параметрів ЕМА, не має можливості контролювати їх виконання з боку експлуатантів ПС, що в свою чергу, порушує замкнутий цикл відповідальності усіх учасників технологічного процесу керування безпекою польотів на аеродромі.

Для забезпечення безпеки польотів на аеродромі використовуються складні аеронавігаційні системи, які через відмови окремих елементів можуть змінювати технічний стан, втрачаючи частково або повністю свою якість. Часткове втрата якості аеронавігаційного обладнання, наприклад, світлосигнальної системи, веде до конкретних обмежень щодо дальності видимості на ЗПС. Самостійно вводити певні обмеження по RVR аеродром не має права адже фактично він не розраховує параметри ЕМА і не несе за них відповідальності. Диспетчер аеродромної диспетчерської вишки (АДВ) може тільки повідомити екіпаж ПС про зміну якості аеронавігаційного обладнання.

Екіпаж ПС, в силу своєї завантаженості, дефіциту часу та відсутності на борту ПС відповідних інструкцій об'єктивно не в змозі прийняти правильне рішення, що, також, негативно впливає на рівень безпеки польотів. В розпорядженні аеродрому, навпаки, є всі необхідні інструкції щодо введення обмежень по RVR при втраті або зниженні якості аеронавігаційного обладнання. Інструкції продумані, науково обґрунтовані, отже, диспетчеру АДВ необхідно лише повідомити екіпаж ПС про обмеження відносно RVR, захищаючи його від неправильних дій в умовах невизначеності.

Аеродром, наділений правом визначати та декларувати параметри ЕМА, має можливість не тільки контролювати та забезпечувати їх але, в перспективі, планувати необхідні організаційно-технічні заходи щодо зменшення параметрів ЕМА.

Важко переоцінити позитивний ефект от визначення аеродромом параметрів ЕМА у випадках, коли ЗПС обладнана світлосигнальною системою типу ВМІ, особливо в умовах різної комплектності підсистем вогнів наближення. Метеорологічна служба аеродрому з високою точністю визначає метеорологічну оптичну видимість, розраховує дальність видимості на ЗПС і повідомляє про її значення на борт ПС.

В результаті екіпаж ПС звільняється від необхідності спрощеної процедури конвертації MOR у RVR по типу $CMV = RVR$, таблиця 1, документа [2], яка, практично, не враховує яскравість фону на аеродромі, а тому, містить методичні похибки, що у свою чергу підвищує ризик авіаційної події на етапі візуального пілотування.

Таблиця 1

Перетворення значень метеорологічної видимості в RVR/CMV

Підсистеми світлосигнальної системи аеродрому	RVR = Повідомлені значення Метеорологічної видимості ×	
	День	Ніч
Підсистема вогнів наближення та вогнів ЗПС високої інтенсивності	1,5	2,0
Будь-який тип обладнання світлосигнальної системи, не згаданий вище	1,0	1,5
Відсутність світлосигнальної системи	1,0	Не застосовується

Додатково, процедура конвертації MOR у RVR відповідно до коефіцієнтів таблиці 1 має обмеження: вона не може застосовуватися для визначення RVR на зліт та в умовах, коли визначене значення RVR складає менше ніж 800 м. Це означає, що аеродром, ЗПС якого обладнана вогнями типу ВМІ буде відкритий на прийом ПС тільки при метеорологічній видимості $MOR \geq 550$ м. Експлуатант ПС після визначення $CMV = RVR$ відповідно до вимог [1] має зробити поправку на використання в якості візуальних засобів системи ВМІ, що, також, призведе до збільшення RVR, мінімум, на 300-400 м.

В той же час, дальність видимості на ЗПС, розрахована за законом Аларда з урахуванням конкретного значення сили світла бічних вогнів ЗПС (1200 кд для ВМІ типу М-2) і яскравості фону становить 1000 м, що означає можливість прийому аеродромом ПС в умовах метеорологічної видимості $MOR \geq 400$ м і $RVR = 750$ м. При визначенні аеродромом параметрів ЕМА отримуємо вираз в $RVR = 500 - 650$ м, що позитивно впливає на економічні показники аеродрому.

Висновки

1. Монопольне право на визначення параметрів ЕМА експлуатантами ПС не сприяє підвищенню безпеки польотів, тому що експлуатант аеродрому виключається з контуру додаткового керування та контролю параметрів ЕМА.

2. У всіх випадках втрати або зниження якості наземного аеронавігаційного обладнання екіпаж ПС вимушений самостійно приймати рішення в умовах дефіциту часу та невизначеності, що негативно впливає на рівень безпеки польотів.

3. Участь аеродрому в визначенні дальності видимості на ЗПС забезпечує зниження її похибки та позитивно впливає на безпеку польотів і економічні показники аеродрому.

Список літератури

1. JAR-OPS 1. "Комерційні авіаційні перевезення". (Літаки). Частина Е. – 2008. – 178 с. http://www.avia.gov.ua/jar_ops1_ukr.htm
2. Doc 9365 Руководство по всепогодным полетам Издание третье – 2013. Международная организация гражданской авиации.

С.В. Романов (ТОВ «Аналітичний центр «АЛПГТЗ», Україна)

Аналіз точності визначення механічних напружень при впровадженні концепції «теча перед руйнуванням» на ядерних енергетичних установках з реакторами ВВЕР

Представлено аналіз впливу похибок на результати розрахунку параметрів напружено-деформованого стану трубопроводів першого контуру ядерних установок з реакторами ВВЕР в рамках реалізації концепції «теча перед руйнуванням»

Дотримання критеріїв безпеки атомної електростанції (АЕС) є ключовою умовою для отримання/продовження ліцензії на її експлуатацію. При цьому, одним з фундаментальних принципів ядерної та радіаційної безпеки (ЯРБ) є реалізація стратегії глибокоешелонованого захисту (СГЗ), яка базується на застосуванні системи послідовних фізичних бар'єрів (див. рис. 1), а також системи технічних та організаційних заходів щодо забезпечення їх ефективності з метою захисту людей та навколишнього середовища від впливу іонізуючого випромінювання та радіоактивних речовин [1, 2].

З огляду на рівень конструкційної складності та термомеханічної навантаженості третій фізичний бар'єр безпеки вимагає найбільшої уваги та максимальних обсягів розрахунково-аналітичних і технічних заходів, спрямованих на підтвердження базової мети безпеки, особливо для трьох перших рівнів СГЗ.

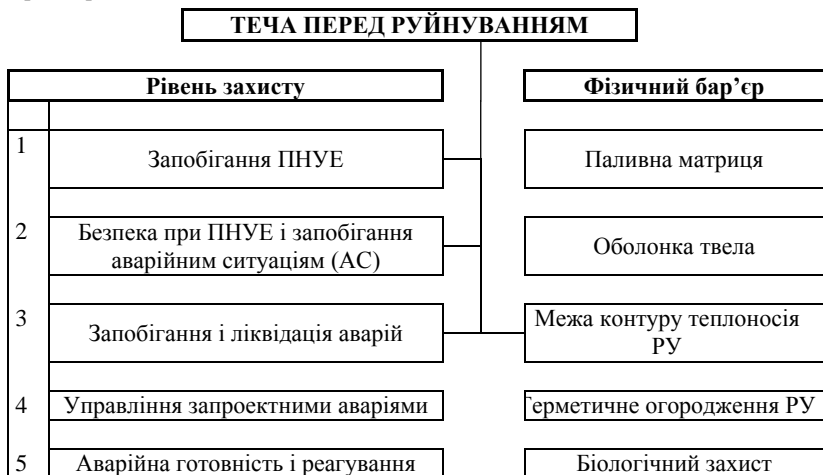


Рисунок 1. «Теча перед руйнуванням» в системі глибокоешелонованого захисту

Однією з принципових проблем щодо забезпечення цілісності границі тиску теплоносія реакторної установки (РУ) є неможливість виконання абсолютно надійного стовідсоткового неруйнівного контролю (НК) металу її систем та елементів, в основному через технічні обмеження засобів НК, а також вимог щодо неперевищення допустимих доз опромінення персоналу. Одним з компенсуючих заходів, спрямованих на підвищення надійності виявлення дефектів металу та запобігання катастрофічному руйнуванню обладнання та трубопроводів РУ типу ВВЕР, нормативними документами з ЯРБ встановлено необхідність впровадження концепції «теча перед руйнуванням» (ТПР) [1, 2, 8, 13, 14]. «Теча перед руйнуванням» – метод, що дозволяє за допомогою технічних пристроїв і організаційних заходів забезпечити своєчасне виявлення в трубопроводі підкритичної тріщини і перевести РУ в безпечний стан до її катастрофічного руйнування [1, 13, 14]. Застосування концепції ТПР для діючих енергоблоків АЕС має підтримуючий характер і дозволяє знизити імовірність розриву елементу обладнання або трубопроводу шляхом раннього визначення течії або іншого значного дефекту та впровадити відповідне попередження аварії із збереженням третього фізичного бар'єру та забезпеченням третого рівня глибокоешелонованого захисту на шляху розповсюдження радіоактивних речовин.

У світовій практиці питанням впровадження концепції ТПР присвячено значний обсяг теоретичних і експериментальних досліджень, починаючи з 70-х років минулого століття [3-8, 15]. В Україні аналогічні роботи виконано для трубопроводів першого контуру низки енергоблоків з РУ ВВЕР-440\1000 на підставі вимог документу [9] у відповідності до розроблених та введених у дію в 2010 році ДП НАЕК «Енергоатом» Керівництва [13] та Методики [14]. Згідно з вищезгаданими керівними документами застосування концепції ТПР вимагає виконання значної кількості різнопланових розрахункових та експериментальних робіт. Загальний алгоритм реалізації концепції ТПР включає наступні основні етапи [13, 14]:

- ❖ підготовка вихідних даних щодо топології трубопровідної системи, геометричних та фізико-механічних характеристик її елементів;

- ❖ встановлення параметрів навантаження для умов нормальної експлуатації (НУЕ), порушень умов нормальної експлуатації (ПНУЕ), перехідних режимів, аварійних ситуацій (АС), гідравлічних випробувань та максимального розрахункового землетрусу;

- ❖ визначення номінальних допустимих напружень згідно [11];

- ❖ розрахунки параметрів напружено-деформованого стану (НДС) і визначення критичних зон трубопроводів з урахуванням додаткових напружень від гідроудару, стратифікації та інших специфічних навантажень;

- ❖ оцінка конструкційної міцності трубопроводу з постульованою тріщиною в рамках двохкритеріального підходу механіки руйнування;

- ❖ розрахунок кінетики розвитку поверхневих тріщин за втомним механізмом та корозійним розтріскуванням під напруженням;

- ❖ розрахунок площі розкриття наскрізної тріщини;

- ❖ розрахунок витрати теплоносія через наскрізну тріщину.

Логічна складність разом з необхідністю виконання значної кількості основних кроків зазначеного алгоритму, а також імовірісна природа вхідних даних та проміжних результатів, вимагає аналізу похибок з метою запобігання їх накопиченню в процесі реалізації концепції ТПР. Зважаючи на домінуюче (за складністю та обсягами) положення розрахункових процедур, що стосуються параметрів НДС (напружень, деформацій, переміщень, форм коливань тощо) та параметрів механіки руйнування, основну увагу при вирішенні даного питання було сконцентровано на аналізі чутливості проміжних та остаточних результатів від розсіяння значень вхідних локальних величин. Для цього в рамках існуючих розрахункових моделей для кожного етапу вищезгаданого алгоритму виконано серії параметричних розрахунків з варіаціями локальних вхідних даних та наступним аналізом впливу на остаточні результати. Додатково виконано власні перевіірочні розрахунки ділянок трубопроводів РУ з ВВЕР-1000 за допомогою програмного коду CAESAR II[®], створено модель похибок та відповідні розрахунково-аналітичні процедури.

Оскільки аналіз кінетики розвитку гіпотетичної тріщини виконується в рамках двокритеріального підходу механіки руйнування, невід'ємною складовою частиною аналізу похибок в рамках концепції ТПР є дослідження меж розсіяння механічних характеристик та характеристик тріщиностійкості металу трубопроводів, а також похибок методів та засобів НК. В результаті виконання розрахунково-аналітичних процедур щодо точності виявлення дефектів металу та їх впливу на конструкційну цілісність трубопроводів, додатково підтверджено можливість зменшення коефіцієнтів запасу міцності, встановлених у документах [13, 14].

Слід окремо відмітити, що актуальність представленого вище комплексу розрахунково-аналітичних досліджень та обґрунтувань підтверджується особливою увагою, яка приділяється в останні роки питанням підвищення точності та достовірності результатів проектних та перевіірочних розрахунків, отриманих у ключових сферах економіки розвинутих країн світу [16].

Висновки

1. У результаті виконання роботи встановлено допустимі межі похибок визначення механічних напружень та параметрів механіки руйнування в процесі реалізації концепції «теча перед руйнуванням».

2. Обґрунтовано критерії щодо прийняття рішень стосовно можливості та обсягів розповсюдження існуючих результатів впровадження концепції ТПР на енергоблоки в межах «великої» серії (РУ проекту В-320) з метою уникнення дублювання певних видів робіт та досягнення суттєвого економічного ефекту при забезпеченні необхідного рівня безпеки.

3. Надано відповідні рекомендації стосовно внесення змін та доповнень в чинні редакції керівних документів [13, 14], що регламентують порядок впровадження концепції «теча перед руйнуванням».

4. Сформовано рекомендації щодо доцільності і порядку впровадження двохкритеріального підходу механіки руйнування в подальші редакції норм і правил в атомній енергетиці, зокрема [10, 11].

Список літератури

1. НП 306.2.141-2008. Загальні положення безпеки атомних станцій.
2. НП 306.2.162-2010. Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій.
3. Базовая концепция безопасности, 1974, Германия.
4. IAEA-TECDOC-710. Applicability of the leak before break concept. Vienna, 1993.
5. SSR-2/2 (Rev. 1). Safety of nuclear Power Plants: Commissioning and Operation. Specific Safety Requirements. IAEA, Vienna, 2016.
6. NUREG/ CR-6765. Development of Technical basis for Leak-Before-Break Evaluation Procedures. Washington DC, May 2002.
7. European safety practice on the application of the Leak before break LBB concept. Nuclear Regulators working group Task Force on Leak Before Break. Final Report –January 2000. Directorate – General Environment. EUR 18549.
8. РД ЭО 1.1.2.05.0939-2013. Руководство по применению концепции безопасности «течь перед разрушением» к трубопроводам действующих АЭУ.
9. Комплексная (сводная) программа повышения уровня безопасности энергоблоков атомных электростанций. Мероприятие №12102 «Внедрение концепции «течь перед разрушением» для ГЦТ 1-го контура».
10. ПНАЭ Г-7-008-89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭУ.
11. ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.
12. ПНАЭ Г-5-006-87. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.
13. РК-Д 0.41.505-10 Руководство по применению концепции "течь перед разрушением" на АЭС.
14. МТ-Т.0.03.208-10 Методика расчетов трубопроводов АЭС в рамках концепции "течь перед разрушением".
15. А.Ф. Гетман. Концепция безопасности "течь перед разрушением" сосудов и трубопроводов давления АЭС. Москва. Энергоатомиздат 1999.
16. Verification and Validation Symposium, 03-05th May, 2017, Las Vegas, USA.

Аналіз теоретичних моделей відмов, що використовуються для планування випробувань і оцінки показників надійності радіoeлектронних систем

Проведений аналіз моделей відмов, які можуть бути використані для оцінки безвідмовності радіoeлектронних систем.

В останні роки все більше поширення набувають ймовірносно-фізичні моделі надійності [1, 2, 3, 4], які можуть успішно замінити існуючий апарат дослідження й прогнозування надійності. Ймовірносно-фізичний підхід заснований на використанні законів розподілу відмов (моделей надійності), що випливають із аналізу фізичних процесів деградації, що й приводять до відмови. При цьому фізичні процеси деградації розглядаються у вигляді випадкових процесів. Останній підхід до дослідження надійності, на відміну від детерміністичного фізичного, названий ймовірносно-фізичним [1], оскільки він безпосередньо встановлює зв'язок імовірності досягнення граничного рівня фізичним визначальним параметром, тобто зв'язує значення ймовірності відмови й фізичного параметра, що викликає відмову. Внаслідок цього параметри одержуваного ймовірного розподілу відмов мають певний фізичний зміст. Зокрема, у розглянутих двопараметричних ймовірносно-фізичних моделях відмов параметр масштабу збігається зі значенням середньої швидкості зміни визначального параметра, а параметр форми - з коефіцієнтом варіації цієї швидкості [5]. Розподіл відмов (розподіл наробітку до відмови), параметри якого мають конкретну фізичну інтерпретацію, на відміну від строго ймовірнісних розподілів (моделей) відмов (експонентного, Вейбулла, логарифмічно нормального й ін.), прийнято називати ймовірносно-фізичним розподілом (моделлю) відмов [5]. Зауважимо, що в літературі зустрічається цілий ряд різних визначень (назв) таких моделей: "фізико-статистичні", "математико-фізичні", "фізико-ймовірнісні" і ін. Усі ці визначення відбивають одну ідею: функція розподілу наробітку до відмови є функцією деяких статистичних характеристик об'єкта або процесу деградації [5].

Під визначальними параметрами в цьому випадку маються на увазі такі "первинні" фізичні параметри (скупчення дислокацій і інших дефектів, пластичні й пружні деформації, механічне зношування, провідність контактуючих, суцільних провідників струму, ρ_{in} переходів і т.д.), перевищення якими певних граничних значень приводить до відмови [5]. Функціональні параметри, як правило, є "вторинними" характеристиками, що свідчать про витрату ресурсу й настання відмови, але вони також успішно використовуються в якості прогнозуючих параметрів. Перші дослідники [6, 7], що розбудовували ймовірносно-фізичний підхід, наприклад, аналізували поведінку таких функціональних визначальних параметрів, як зазор у сполученнях (механічне зношування), силу струму або напруга в

напівпровідникових приладах і т.д., досягнення якими певних значень розглядалося як відмова виробу. Тому цей підхід більш відомий у літературі як дослідження виникнення так званих поступових або параметричних відмов.

Визначення "ймовірнісно-фізична" модель надійності є більш загальним, чим визначення "параметрична" модель надійності. Є багато виробів, у яких протікають численні фізичні процеси деградації, тобто є множина визначальних параметрів, здатних викликати відмову виробу. Наприклад, у виробів електронної техніки типу інтегральних схем практично неможливо назвати всі визначальні параметри, що спричиняють відмови численних компонентів, і тим більше виміряти їх. У такому випадку залишається можливість тільки статистичної оцінки середньої швидкості узагальненого процесу деградації виробу. Однак, безсумнівно те, що в цих виробках протікають фізичні процеси деградації, які визначають відповідну ймовірність руйнування, тобто цим виробам відповідає певна ймовірнісно-фізична модель надійності [5].

Існують кілька схем формалізації ймовірнісно-фізичних моделей відмов, докладно описаних у багатьох публікаціях [1, 6, 8]. У [5] також дається докладний порівняльний аналіз. При цьому розглядаються відомі чотири схеми формалізації. Розглянутий вияловий випадковий процес, якому відповідає альфа-розподіл; "сильно перемішаний" гауссовський процес, якому відповідає нормальний параметричний розподіл; безперервний марковський процес із монотонними реалізаціями, якому відповідає дифузійний розподіл, назване DM-Розподілом; безперервний марковський процес із немонотонними реалізаціями, якому відповідає дифузійний розподіл, названий DN-розподілом [5].

Дифузійні розподіли (а також альфа-розподіл і нормальний параметричний) як ймовірнісно-фізичні моделі надійності мають велику перевагу перед строго ймовірнісними моделями в тому, що їх параметри можуть бути оцінені як на основі статистики відмов (у цьому випадку вони розглядаються як строго ймовірнісні моделі), так і на підставі аналізу статистичних характеристик фізичного процесу, що приводить до відмови, а також при спільному використанні статистичної інформації обох типів.

Як відомо [5], розв'язок основних задач надійності (як при апіорних, так і апостеріорних методах) в остаточному підсумку зводиться до оцінки параметрів розподілу шуканої величини (наробітку до відмови, на відмову, ресурс і т.д.). Слід зазначити, що найважливішим фактором, що сприяють розв'язку різноманітних задач надійності при використанні дифузійних розподілів, є те, що параметр форми цих розподілів являє собою узагальнену характеристику досліджуваних взаємообернених процесів (процесу руйнування й розподілу наробітку) - коефіцієнт варіації. А коефіцієнт варіації як узагальнена характеристика з достатньою для інженерної практики точністю може бути оцінений апіорі на підставі численних (багатодесятилітніх) досліджень як процесів руйнувань (міцності, втоми, зношування й ін.), так і статистичних даних про відмови при випробуваннях і експлуатації виробів-аналогів. Саме завдяки конкретній фізичній інтерпретації параметрів

дифузійних розподілів удалося на їхній основі розв'язати такі важливі задачі надійності, як розрахунки надійності систем, планування контрольних і визначальних випробувань на надійність, розрахунки запасних частин, розрахунки довговічності електронної апаратури, розрахунки надійності типових деталей машин на основі міцнісних характеристик матеріалів деталей і умов навантажень у часі й інші задачі [9,1].

У цей час на основі двопараметричних дифузійних розподілів достатньо розроблено методів розв'язку всіх основних задач надійності виробів (оцінки надійності елементів механічних і електронних виробів, технічних систем) на всіх життєвих циклах. При цьому визначаються найбільш повні характеристики надійності — функції розподілу наробітку (до відмови, на відмову, ресурсу і т.д.), які дозволяють оцінити будь-які показники надійності (середній наробіток, гамма-процентний ресурс, імовірність безвідмовної роботи за заданий інтервал наробітку, залишковий ресурс і ін.). До теперішнього часу розроблений цілий ряд стандартів [9, 7-10], які представляють розв'язки задач надійності на основі дифузійних розподілів. Таким чином, є всі підстави для впровадження математичного апарата більш адекватних двопараметричних моделей надійності в практику дослідження надійності як елементів, так і систем. Висока універсальність двопараметричних дифузійних розподілів дозволяє розв'язати необхідну задачу уніфікації методів вимірів надійності елементної бази й технічних систем, причому незалежно від типу виробів (електронних або механічних). Уточнення оцінок показників надійності на всіх етапах, у тому числі й на етапі проектування, об'єктивно приведе до підвищення надійності. Великий ефект дає використання дифузійних розподілів у задачах планування контрольних випробувань на надійність. Плани контролю надійності на основі дифузійних розподілів є суттєво економічніше [5]. Для того, щоб з необхідною вірогідністю й точністю зробити висновок про те, що відповідає або не відповідає контрольованому рівню надійності випробовуваних виробів, необхідний в 1,5-2, 0 рази менший об'єм випробувань. Це означає, що впровадження планів контролю надійності на основі пропонованого апарата знизить витрати на випробування на 5% і більш. Зауважимо, що цей економічний ефект тільки від зниження витрат на випробування. Об'єктивне використання більш строгих і точних планів приведе до підвищення надійності, тобто досягненню планованого рівня надійності [5]. Необхідно також підкреслити, що математичний апарат розв'язку задач надійності на основі дифузійних розподілів приводить не тільки до більш точних прогнозних оцінок у порівнянні із традиційним математичним апаратом, але й до розв'язку суттєво більшого числа типових задач надійності. Якщо на основі DN - розподілу вирішується 25 типових задач надійності, то на основі експонентного розподілу тільки 13, зі згаданих 25 [8]. Аналіз стану й перспективи технології дослідження надійності опублікований в журналі світового Центру аналізу надійності (RAC Journal) [11, 12], це свідчить про позитивне відношення закордонних фахівців до технології, що розбудовується. Підсумовуючи результати аналізу, можна констатувати [5], що в цей час відкривається можливість для наскрізного використання

двопараметричних ймовірісно-фізичних моделей відмов при оцінці надійності будь-яких виробів машинобудівної продукції на всіх етапах проектування, виробництва й експлуатації. При цьому застосування апарата більш адекватних двопараметричних моделей надійності приводить не тільки до уточнення оцінок показників надійності, але й до досить істотного економічного ефекту [5]. Одночасно вирішується задача уніфікації методів вимірів надійності елементної бази й технічних систем. Важливо також відзначити, що застосування ймовірісно-фізичних моделей надійності дозволяє більш ефективно вирішувати задачі прискореної оцінки надійності.

Висновки

Основною причиною неадекватності рішень задач надійності є використання однопараметричного експоненціального розподілу. Однопараметричність моделі, з одного боку, спрощує вирішення задач надійності, з іншого боку, покладає на модель ряд суттєвих обмежень і робить її досить грубо наближеною.

Деякі висновки, котрі витікають з експоненціального закону, не піддаються осмисленню і навіть являються хибними. Наприклад, експоненціальний розподіл абсолютно не враховує старіння та знос, тобто виключає необхідність вибору більш якісних матеріалів при виробництві виробів чи проведенні профілактики в процесі експлуатації. Експоненціальний розподіл має максимальну густоту відмов (частоту відмов) в момент включення, тобто відповідає низькій технології і якості виготовлення. Іншими словами, чим гірше виготовлення техніка, тим більш придатною видається модель експоненціального розподілу для опису її надійності. Фіксовані всі моменти експоненціального розподілу, починаючи з другого (коефіцієнт варіації завжди дорівнює одиниці, коефіцієнт асиметрії - двом, коефіцієнт ексцесу – дев'яти). Останнє, по суті, засвідчує про те, що дослідники мають справу лише з математичним сподіванням, тобто час до відмови об'єктів фактично представляється детермінованою величиною.

Особливо яскраво недоліки однопараметричної експоненціальної моделі проявляються при вирішенні таких задач надійності, як дальній прогноз. Так, прогноз середнього ресурсу високонадійних виробів електронної техніки чи прогноз гамма – процентного ресурсу для дуже малих рівнів ймовірності відмови відрізняється від прогнозу більш адекватних двопараметричних моделей в 50-100 і більше разів [13].

Як відомо, експериментальна оцінка показників надійності являється обов'язковим етапом та практично основним способом встановлення реально досягнутого рівня надійності в процесі розробки й серійного випуску виробів. Найбільш розповсюдженими є контрольні випробування на надійність, причому, як правило, з обмеженням тривалості випробувань ($t_u \ll T_0$, де t_u - тривалість випробувань, T_0 - контрольне значення середнього наробітку до відмови) [5]. Оскільки по своїм формальним властивостям експоненціальний закон допускає у початковий період найбільшу кількість відмов, то це призводить до того, що в результаті контролю пропускаються вироби, що мають більш низький реальний рівень, ніж контрольований. На сьогодні для

типових планів випробувань відбувається завищення реального рівня надійності (середнього наробітку) у 2 та більше разів для виробів типа ПЕОМ, телевізор тощо, а для високонадійних виробів типу інтегральних мікросхем, напівпровідникових приладів прогноз середнього ресурсу завищується в 50 и більше разів [1].

При використанні експоненціального розподілу дослідники приймають надзвичайно грубе припущення про постійність інтенсивності відмов, оскільки реальне значення інтенсивності відмов за розглядувані проміжки часу (наробітку) змінюється (підвищується) у декілька десятків разів. Саме ця обставина є однією з причин суттєвої методичної похибки оцінок при розрахунку надійності систем на основі інтенсивностей відмов елементів (лямбда – методу). Встановлено [1, 13, 14], що оцінка середнього наробітку до відмови систем по експоненціальному розподілу (лямбда – методом) занижується в \sqrt{n} разів [5], де n - число елементів у системі, з'єднаних послідовно у сенсі надійності.

Таким чином, використання експоненціального розподілу на практиці для прогнозу, наприклад, середнього наробітку до відмови призводить до суттєвого завищення надійності окремих елементів (пристроїв з невеликою кількістю елементів) і також до суттєвого заниженню прогнозованої надійності великих систем (більше 105 елементів) [5]. Ці похибки, котрі можуть мати різні знаки (завищення, заниження), стали причиною недовіри прогнозним оцінкам на основі експоненціального розподілу.

У цілому ряді робіт закордонних спеціалістів [15, 16] досить справедливо відмічається, що поширений стандарт MIL-HDBK-217, оснований на використанні експоненціального розподілу, не призначений для того, щоб забезпечити показник надійності з гарантованою точністю. Більш за все, він призначений для використання в якості інструменту при оцінці придатності нових проектів та порівнянні різних проектів.

Модель експоненціального розподілу вже давно різко критикувалась [17, 18]. Однак, через відсутність підходящої математичної моделі, котра дозволяла б вирішувати основні задачі надійності (у тому числі розрахунок надійності систем) на інженерному рівні, дослідники вимушені користуватися критикованим математичним апаратом.

Експериментальні методи засновані на використанні статистичних даних, що одержуються при випробуваннях виробів на надійність або даних дослідної або підконтрольної експлуатації. Ці методи є обов'язковим етапом і практично основним способом установалення реальних кількісних показників надійності в процесі розробки і серійного виробництва виробів. У зв'язку із цим питання планування і обробки результатів випробувань на надійність є досить важливими в загальній проблемі забезпечення надійності виробів.

На цей час в стандартах і нормативних матеріалах рекомендуються плани та методики експериментальної оцінки ймовірності безвідмовної роботи об'єктів (систем) на основі використання різних теоретичних моделей відмов, які приводять до істотної розбіжності оцінок й різним об'ємам випробувань.

Список літератури

1. Погребинский, С.Б. Проектирование и надёжность многопроцессорных ЭВМ [Текст] / С.Б. Погребинский, В.П. Стрельников // — М.: Радио и связь, 1988. — 168 с.
2. Баронс, П.П. Надёжность и качество механических систем [Текст] / П.П. Баронс, А.Е. Звиедрис, Н.К. Салениекс — Рига: Авотс, 1982. — 85 с.
3. Дружинин, Г.В. Надёжность автоматизированных производственных систем [Текст] / Г.В. Дружинин — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 480 с.
4. Проников, А.С. Надёжность машин [Текст] / А.С. Проников — М.: Машиностроение, 1978. — 72 с.
5. Стрельников, В.П. Оценка и прогнозирование надёжности электронных элементов и систем [Текст] / В.П. Стрельников, А.В. Федухин // К.: Логос, 2002. — 486 с.
6. Перроте, А.И. Вопросы надёжности РЭА [Текст] / А.И. Перроте, М.А. Сорчака — М.: Сов. Радио, 1976 — 185 с.
7. ДСТУ 2810-94. Надёжность техники. Методы расчета показателей надёжности. Общие требования [Текст] — Введ.01.01.96.— К.: Держстандарт України, 1995. — 39 с.
8. ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення [Текст] . — Введ. 01.01.1999. — К.: Держстандарт України, 1998. — 43 с.
9. ДСТУ 504-95. Надёжность техники. Методы оценки показателей надёжности по экспериментальным данным [Текст]. — Введ. 01.01.1996. — К.: Держстандарт України, 1995. — 122 с.
10. ДСТУ 2504-94. Средства вычислительной техники. Отказоустойчивость и живучесть. Методы испытаний [Текст] — Введ. 01.07.95 — К.: Держстандарт України, 1995. — 45 с.
11. *Strelnikov, V.* The Status and Prospects of Reliability Technology [Text] / *V. Strelnikov* // — Part 1, RAC Jornal. — 2001.— N1.— P. 1 —4.
12. *Strelnikov, V.* The Status and Prospects of Reliability Technology [Text] / *V. Strelnikov* // Part 2, RAC Jornal.— 2001.— N2,— P.8—10.
13. Шор, Я. Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надёжности [Текст] / Я. Б. Шор — М.: Сов.радио, 1962.— 252 с.
14. Заренин, Ю.Г. Надёжность и эффективность АСУ [Текст] / Ю.Г. Заренин, М.Д. Збырко, Б.П. Креденцер и др.— Киев: Техніка, 1975.— 368 с.
15. Norman B. Fuqua. “Physics of Failure” – historic perspective [Text] / Norman B. Fuqua. // RAC Journal. — 1995. — N 2. — P.27—30.
16. Ken Neubeck. MIL-HDBK-217 and the real [Text] / Ken Neubeck. // RAC Journal. — 1994. — N 2. — P.15—18.
17. Zelen, M. The robustness of life testing procedures derived from the exponential distribution [Text] / M. Zelen, M. Dannemiller // Technometrics.-1961.- N 1. P.29-49.
18. Хевиленд, Р. Инженерная надёжность и расчёт долговечности [Текст]: пер. с англ. — М.: Энергия, 1966. — 231 с.

V.V. Kovalchuk *Habil. Dr. , Prof. , N.G. Serbov, PhD, Prof.,
L.B. Kovalenko, PhD, Prof., O.V. Tsurkan
(Environmental University, Ukraine)*

Optical System with Quantum Dimensional Elements

The Parameterized Density Functional Theory (PDFT) was used to calculate the optic-electronic properties of a clusterize layer (CL) in Si-CL-Cu₂S(film) – optic sensitive hetero structure. The computational efficiency of the PDFT model provides improved scalability for large multi-atom simulations, such as of nanoelectronic devices that have experimental interest.

In this report, we have discussed in detail the theoretical results using local functional density method in parameterized modification of quantum-dimensional system like atomic nanoclusters. One of the main conclusions is that the comparison between theory and experiments shows the possibility of different radiative channels for the recombination in porous silicon.

Motivation of the study. Research into semiconductor clusters is focused on the properties of quantum dots (QD) - fragments of semiconductor (for example, Si) consisting of some to hundreds of atoms - with the bulk bonding geometry and with surface states eliminated by enclosure. QD exhibit strongly size-dependent optical and electrical properties [1-3]. Two peculiar characteristics of semiconductors influence the ways in which we think of an ideal semiconductor cluster, which is often called a QD. First, it is important to realize that in any material, substantial variation of fundamental electrical and optical properties with reduced size will be observed when the electronic energy level spacing exceeds the temperature. In semiconductors, this transition occurs for a given temperature at a relatively large size compared to metals, insulators, or molecular crystals.

The luminescence observed for por-Si raises an interesting problem related to the possibility of using Si in optoelectronics [2]. One likely explanation is *quantum confinement*, induced by the formation of nanocrystallites, whose effect is to break partially the optical selection rules and allow the material to luminesce.

The most striking property of semiconductor nanocrystals is the massive change in optical properties as a function of size. As size is reduced, the electronic excitations shift to higher energy, and the oscillator strength is concentrated into just a few transitions. These basic physical phenomena of *quantum confinement* arise as a result of changes in the density of electronic states and can be understood by considering the relation between position and momentum in free and confined particles. For a free particle, or a particle in the periodic potential of an extended solid, the energy and the crystal momentum can both be precisely defined, whereas the position cannot. For a localized particle, the energy may still be well defined, but the uncertainty in position decreases, so that momentum is no longer well defined.

For example, the kinetic stability of tetrasilatetrahedrane (Si₄H₄), hexasilaprismane (Si₆H₆) and octasilacubane (Si₈H₈) depends strongly on the steric

bulkiness of the substituents (matrix). The silyl-substituted Si_nY_m ($Y=t\text{-Bu}$) is stable in an inert atmosphere, but is oxidized in air to give colourless solids. The 1,1,2-trimethylpropyl-substituted Si_nY_m ($Y=\text{CMe}_2\text{CHMe}_2$) is very stable even in air and survives for two weeks in the solid state. The prismanes with Si and Ge skeletons are yellow to orange. These prismanes have absorptions tailing into the visible region. So, Si_6H_6 has an absorption band with a maximum at 241 nm tailing to ca 500 nm. The absorption band of Ge_6Y_6 ($Y=2,6\text{-i-Pr}_2\text{C}_6\text{H}_3$) has a maximum at 261 nm, which is red-shifted compared to that of Ge_6Y_6 because of the higher-lying orbitals of the Ge-Ge bonds [4].

The discrete energy eigenfunctions of the particle may then be viewed as superpositions of bulk momentum states. Given the relation between energy and momentum in the bulk solid, one can see how a series of nearby transitions occurring at slightly different energies in the bulk be compressed by quantum confinement into a single, intense transition in a QD.

The experimental data reveal a more complex situation probably characteristic of several radiative channels.

Channels for the radiative recombination. We presents a compilation of data showing that observed luminescence energies on porous silicon or silicon nanocrystals in an oxide matrix are consistently lower than the predicted optical gaps [3].

On the other hand, recent luminescence measurements on silicon crystals obtained by silane decomposition are in good agreement with theory, but the luminescence is only observed for the largest crystallites.

The situation is thus complex, even if it seems that the degree of oxidation of the samples plays an important role in the recombination mechanisms. All these results suggest that other channels for the radiative recombination are possible. Large Stokes shifts might be consistent with the eventual existence of deep luminescent centers. The problem is that nothing is presently known regarding the nature and origin of these states.

We have found another interesting situation with very small crystals, containing less than about 50 silicon atoms, where we systematically obtain a large atomic relaxation in the excited state which induces an important reorganization of the bonds in the cluster. The consequence is a large Stokes shift between the absorption and the emission energies. Therefore, small nanocrystals could play a role in the luminescence of porous silicon.

We are presently investigating the possible existence of defect states in the band gap induced by the oxidation of the surface. Among different systems that we have studied, preliminary results show that an oxygen atom doubly bonded to a silicon atom ($\text{Si}=\text{O}$) at a nanocrystal surface is a good candidate to be involved in the luminescence of porous silicon. It gives rise to a deep level below the conduction band minimum which could explain the evolution with size of the luminescence peak [4].

Structural dependence of the band gap. We calculate the electronic structure of a-Si and a-Si:H spherical clusters using the ETB and PDFT model [5]. The interaction parameters are limited to first-nearest neighbors and the usual d^{-2} Harrison law can be used to calculate their variation with interatomic distance d . The

starting structure for the a-Si or a-Si: H clusters is obtained by selecting the atoms belonging to the respective atoms unit cell. Due to the new boundary conditions the structure is no more in equilibrium and we have thus relaxed the atomic positions using a Keating potential.

A generally accepted picture of the electronic structure of a-Si is that it is still composed of valence and conduction bands separated by an energy gap but with band tails of defect or disorder-induced localized states extending into the gap. For what follows we find it useful to classify the electronic states into three categories: delocalized states, experiencing the full confinement effect as for c-Si; strongly localized states with extension in space much smaller than the cluster diameter and energies deep in the gap, insensitive to the confinement effect and showing no blue shift; weakly localized states with extension in space of the order of the cluster diameter and energies near the gap limits, subject to an intermediate blue shift.

Our results for the optical compounds of the intellectual robot's system are very important and actual. The accuracy of the method is illustrated by our results.

References

1. Kovalchuk V.V., Serbov N.G., Tsurkan O.V. Nanometrology: Heterosystems at the Information Technology // 9-th International Science and Technical Conference «Integrated Intellectual Robototechnical Complexes» 17-18 May 2016, Kyiv, Ukraine. – P. 76-78.
2. Chen X., Zhao J., Wang G., Shen X. The effect of size distributions of Si nanoclusters on photoluminescence from ensembles of Si nanoclusters // Phys. Lett. A. – 1999. – V.212. – P. 285-289.
3. Kovalchuk V.V., Quantum confinement and optical properties of silicon nanoclusters // Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Fizyka. Radio-elektronika. – 2016. – No 4. (Issue 32), V. 43.- P.10-15.
4. Delerue C., Allan G., Lannoo M. Optical band gap of Si nanoclusters // J. Lum. – 2009. – V.80. – P.65-73.
5. Kovalchuk V.V. Optical Properties of Si-nanoclusters and Channels for the Recombination in Porous Silicon// European Science Review, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 9-8 (5) 2016, – pp. 243-246.

Створення нових носіїв інформації шляхом нанокластерного модифікування фаз речовини

The considered possibility of management of materials properties is by its clusterization. Properties of amorphous SiO_2 - matrix were investigated, by introduction for its of d- transition metals nanocluster raster. The possible mechanisms of physical nature of conductivity of such heterostructures offer. The effect of "anomalous" conductivity of these hetero structures was proposed. Results can find technical application at development of new type nonlinear transmitters of information.

Вступ і постановка задачі. Управління властивостями матеріалів - один з ключових підходів у сучасній технології виготовлення інтегральних мікросхем мікроелектроніки та наноелектроніки [1]. У такому контексті кластерне модифікування різних фаз речовини, у тому числі, аморфної матриці являє собою досить перспективний напрямок досліджень [2,3]. Мета роботи полягала у вивченні фізико-хімічних властивостей керметів — аморфних матеріалів створених на основі SiO_2 -матриці, яка модифікувалася шляхом введення кластерного растру з d-металів (таких як Cr, Mo, Nb) [4,5].

Експеримент. Для отримання плівок Cr- SiO_2 , Mo- SiO_2 , Nb- SiO_2 використовувалися очищені з'єднання: бісбензіолхром, бісбензілмолібден, NbCl_4 , а також тетраетоксисилан. Щоб отримати плівку Cr- SiO_2 , очищений інертний газ пропускався через нагріті органічні рідини (бісетилбензолхром та тетраетоксисилан), насичувався парами відповідних сполук, а потім потрапляв у кварцовий реактор з підкладкою, на яку, за допомогою системи лінз, фокусувався пучок потужного ультрафіолетового випромінювання (УФВ), що створювався ртутною лампою (ПРК-200, або ДРШ-500). Температура осідання плівки кермету сягала $\sim 550^\circ\text{C}$. Змінюючи умови реакції (температуру підкладки, швидкість потоку реактиву в камері, інтенсивність УФВ), можна було отримати плівки SiO_2 з різним змістом Cr атомно-кластерної дисперсності, при цьому величина питомого поверхневого опору плівок змінювалася від 10 до 10^4 Ом/кв.

На рентгенограмах плівок Cr- SiO_2 , що знімалися на відбиття за методом Дебая-Шерера, були відсутні дифракційні лінії, за винятком розмитого максимуму в області малих кутів – гало. Загальна картина, яка була отримана на електронограми від цих плівок, характеризується максимумом, що розташований поблизу первинного пучка. Величина зерна при цьому не перевищувала $\sim 50 \text{ \AA}$, а висота нерівностей поверхні плівок, що визначалася методом реплік по кути відтінків важким металом, складала не більше $50\text{--}70 \text{ \AA}$, у залежності від температури осаду керметних плівок.

Нами були зафіксовані певні тенденції щодо зміни характеру структури плівок. Утворенню аморфної структури сприяє такий тип хімічних зв'язків, якому відповідає енергетичний мінімум, що свідчить про стійке структурування у найближчому оточенні кластероутворюючих атомів.

Ефекти провідності, що спостерігалися нами на аморфних плівках керметів (ці плівки складені з окремих атомів або груп атомів — нанокластерів — нанокластерних центрів [5,6], наприклад, d-металу, що оточені склоподібною діелектричною оболонкою SiO_2) у залежності від напруженості електричного поля можна умовно розділити на дві групи. До першої групи належать ефекти «слабого поля», що не викликають не обернених змін електричних властивостей плівок керметів. До другої — ті явища, що виникають за рахунок необернених змін, в електричній структурі зразків (сформовані «сильним полем»).

Результати. *Ефекти слабого поля.* Характерною особливістю провідності аморфних плівок Cr-SiO_2 в цьому діапазоні напруженостей електричного поля є різка нелінійність вольт-амперних характеристик (ВАХ) плівок на постійному та змінному сигналі. Слід зауважити, що наші результати отримано при вимірюванні повздовжньої провідності Cr-SiO_2 керметів на ситалі.

Ефекти сильного поля. Якщо значення струму через плівку кермета перевищував деяку величину I_0 (у нашому випадку — $5 \cdot 10^{-3} \div 10^{-1}$ А), то як правило, виникає новий стан, що характеризувався необоротними змінами в електричній структурі плівки. ВАХ, що формується в режимі «сильного поля» зразків на певних частотах, довели існування не лише омичних областей, але й такої області, де виявляються характерні стрибки провідності. Абсолютна величина стрибків провідності є значно вищою в разі поперечної провідності, коли між металевими електродами знаходився тонкий шар кермету (до ~ 10 мкм).

Оскільки фізична природа провідності в аморфних плівках Cr-SiO_2 залишається неясною, запропоновано наступні можливі механізми. Високий питомий опір плівок Cr-SiO_2 може бути обумовлений: а) тунелюванням носіїв у склоподібному Cr-SiO_2 (островкова провідність), якщо ізолюючі прошарки між Cr кластерами є малими, або ж б) стрибковій провідності у деякому гіпотетичному середовищі Cr-SiO_2 , де перескок електронів по флуктуаційних рівнях в склі є полегшеним завдяки наявності великої кількості домішкових центрів Cr .

У деяких областях ВАХ має переважати інтенсивний захват інжектованих на пастки носіїв. При цьому залежність $I(U)$ може сягати насичення або, навіть, супроводжуватися зменшенням струму із зростанням напруги. Область стрибкоподібної зміни провідності на досліджуваних плівках може бути пов'язана з лавинним звільненням електронів з локалізованих центрів електричним полем. Між іншим модельний аналіз дозволяє зробити висновок про селективний характер стрибкової провідності на змінному струмі. Це відкриває можливість визначити частотний спектр локалізованих станів і оцінити час перескоку (τ) носіїв струму.

Великі значення часу перескоку характеризують багатотунельні переходи у межах окремих груп кластерних центрів. Якщо геометричні розміри таких груп кластерів перевищують відстані між найближчими центрами, то дипольний момент групи кластерних центрів є більшим, а отже, сумарна провідність збільшується. Кластерні центри з великими значеннями τ аналогічні до глибоких центрів захвату носіїв, що є характерним для піролітичних плівок SiO₂.

Описані вище ефекти «аномальної» провідності є стійкими і можуть знайти технічне застосування при розробці, наприклад, нових типів нелінійних носіїв інформації [6,7].

Список літератури

1. Находкін М.Г., Сізов Ф.Ф. Елементи функціональної електроніки. – К.: Слово, 2002. – 201 с.
2. Ковальчук В.В. Кластерная модификация полупроводниковых гетероструктур. – К.: Hi-Tech., 2007. – 309 с.
3. Kovalchuk V.V., Dolinska L.V. Principles of research of the devices providing of nanomeasuring // Metrology and devices. – 2010. – №4 (24). – P.49-59.
4. Kovalchuk V.V., Quantum confinement and optical properties of silicon nanoclusters // Visnyk Dnipropetrovskogo universytetu. Fyzyka. Radio-elektronika. – 2016. – No 4. (Issue 32), V. 43. – P.10-15.
5. Kovalchuk V.V.. Cluster morphology of silicon nanoparticles // Semiconductor physics, quantum electronics & optoelectronics. – 2007. – v. 10, № 4. – P. 81-86.
6. Ковальчук В.В.. Твердотельные датчики на основе гетеропереходов с нанокластерной подсистемой // Метрологія та прилади. – 2012. – № 6 (37). – С. 62-65.
7. Kovalchuk V.V. Optical Properties of Si-nanoclusters and Channels for the Recombination in Porous Silicon// European Science Review, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 9-8 (5) 2016, – pp. 243-246.

Розподіл температурних полів шляхом моделювання

Запропоновано фізичну та математичну моделі плівкового чутливого елемента термометра опору, яка довела практичну ефективність підходу для побудови закону розподілу температури циліндричного теплообмінника.

Актуальність. Постановка задачі. Температурні, теплотехнічні вимірювання є вкрай важливими для реалізації безперервного виробничого контролю роботи будь-якого устаткування [1]. Об'єктивним показником відповідності експлуатаційних характеристик багатьох приладів до нормативних вимог, або їх відповідності технологічним умовам є саме температура [2]. Це особливо актуально при проведенні робіт з енергетичного аудиту систем, які дозволяють провести аналіз параметрів та фізико-хімічних характеристик навколишнього середовища. Саме точність вимірювання температури, досить часто, обумовлює об'єктивність дій щодо прийняття рішень та подальших заходів, які дозволяють впроваджувати нові технології і методи моніторингу навколишнього середовища (МНС), а також використання сучасних енергозберігаючих заходів.

У роботі виокремлено і вирішено наступні задачі:

а) провести технічну модернізацію приладу на напівпровідниковій базі з використанням наноструктурних елементів (для досягнення надвисокої чутливості);

б) з'ясувати умови використання термометрів опору для вимірювання та обробки інформації щодо розподілу температурних полів в реальних умовах шляхом моделювання;

в) проаналізувати можливості використання програмних пакетів CurveExpert, MathLab, ELCUT, SciLab, а також розробити алгоритм та створити програму, яка моделює тепловий процес і дозволяє отримати розподіл температури у системі.

Розглянута низка програмних засобів, які дозволять провести комп'ютерне моделювання розподілу температури у циліндричному каналі з рідиною з заданими граничними умовами та фізичними процесами.

Визначено передатні функції ланок логотметра для термометрів опору [2, 3]. Загальна передавальна функція приладу була описана співвідношенням:

$$W(p) = \prod_{i=1}^4 W_i(p) = \frac{S_1 S_2 S_3 S_4}{(\tau_1 p + 1)(T^2 p^2 + 2\xi T p + 1)}.$$

Пояснення величин представлено у роботі [4]. При значеннях параметра $\xi=0,9$ розрахована динамічна характеристика приладу в рамках програмного пакету CurveExpert та SciLab. Результати комп'ютерного

моделювання засвідчують, що залежності динамічних характеристик мають явно означений екстремум. Фізична інтерпретація цього факту є, ймовірно, наступною. Для певної швидкості зміни температури чутливих елементів термометрів опору починає давати некоректні результати. Тобто саме ця величина є границею похибки вимірювання температури. Теплова інерція – це вада термометрів опору. До похибки, що вноситься датчиком (термопарою) відноситься похибка із-за втрат від тепловипромінювання і теплопровідності. Ця похибка є методичною. Для її зменшення слід збільшити довжину занурюваної частини датчика, зменшити товщину стінок захисного кожуха, теплоізолювати не занурену частину датчика і місце його кріплення. При розрахунку цю похибку можна не враховувати.

Висновки

Запропонована нами фізична і математична модель плівкового чутливого елементу термометра опору довела свою практичну ефективність для побудови розподілу температури циліндричного теплообмінника.

Список літератури

1. Чижиумов С.Д., Основы гидродинамики: учеб. пособие – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2007. – 106 с.
2. Лаздіна С.І., Лаздін В.П., Голомовзий Є.М., Олексієнко К.М. Температурні та теплофізичні вимірювання. м. Одеса: 'Стандарт', 2007. – 223 с.
3. Ковальчук В.В., Громов В.А., Маслий О.Н. Физические основы полупроводниковой электроники. – Одесса: «Видавецъ Букаєв Вадим Вікторович», 2012. – 180 с.
4. Смерж М.В. Фізична модель чутливого елементу термометрів опору / Ковальчук В.В., Панченко А.А., Смерж М.В. // Вісник Інженерної академії України. – 2015. – № 4. – С.111-115.

*И.П. Белокур, д.т.н., О.В. Радько, к.т.н., В.Б Мельник, к.т.н., Н.А. Науменко
(Национальный авиационный университет, Украина.)*

Неразрушающий контроль деградации материала металлоконструкций

При диагностировании опасных объектов длительной эксплуатации в документации на неразрушающий контроль не учтены задачи контроля напряженно-деформированного состояния и деградации материала металлоконструкций. Предложено в программах аттестации специалистов рассматривать методологической основы прогнозирования остаточного ресурса конструкции, и оценки технического состояния механических систем и экологически опасных объектов, а процессы их реализации вводить в систему управления качеством конкретного изделия, в соответствии с требованиями стандарта ДСТУ ISO 9001.

Оценка фактического технического состояния металлоконструкций различного назначения в промышленности особенно актуальна в условиях острой необходимости в продлении срока эксплуатации объектов, отработавших свой нормативный ресурс. Влияние коррозионно активных сред, колебание температуры, рабочих нагрузок и напряжений, термоциклические процессы, тепловые нагрузки приводят со временем к изменению свойств эксплуатируемого металла [1]. Ресурс безопасной эксплуатации металлоконструкций зависит от фактического состояния структуры и физико-механических свойств металла. В процессе длительной эксплуатации происходят деградационные изменения свойств металла в том числе: снижение пластичности σ , выраженной в сближении величины предела текучести σ_T и предела прочности σ_B ; снижение трещиностойкости, что сопровождается деградацией ударной вязкости b_n (KCU); деформационного старения структуры сопровождающегося снижением характеристик пластичности, трещиностойкости и ударной вязкости [11].

Остаточный ресурс объекта контроля рассчитывается по построенной математической модели и определяется совокупностью оценок технических параметров объекта, уравнением состояния, условиями эксплуатации объекта и совокупностью предельных технических параметров [12]. Специалисты по неразрушающему контролю (НК) определяют эти параметры и производят диагностирование технического состояния конкретного объекта.

Академик В.В.Клюев обосновал структуру диагностирования технического состояния объекта. Остаточный ресурс всего объекта оценивается по компоненту, находящемуся в наихудшем состоянии. Причем оценка остаточного ресурса осуществляется после отнесения их технического состояния к одному из классов «дефект», «повреждение», «разрушение», «отказ». Деградация (Д) объекта определяется через ее признаки, кинетику и механизм развития, а диагностирование среды производится по анализу ее свойств, создаваемых нагрузок и напряженного состояния объекта (Рис.1), при этом решается задача прогнозирования работоспособности объекта в реальном

масштабе времени[10]. В этой связи очень важно проводить переход к единым международным схемам сертификации персонала, единым программам обучения и аттестации, на единые международные правила, учебники, справочники, стандарты и т.п. обеспечивая непрерывность этого процесса [21, 22, 23]. Для систем технической диагностики и неразрушающего контроля используют:

- единство измерений в международной системе единиц СИ;
- объективность (верность) в рамках допустимой неопределенности ТД и НК;

НК;

- признанные и действующие требования международных систем управления качеством;
- прозрачные процедуры проверки компетентности персонала.

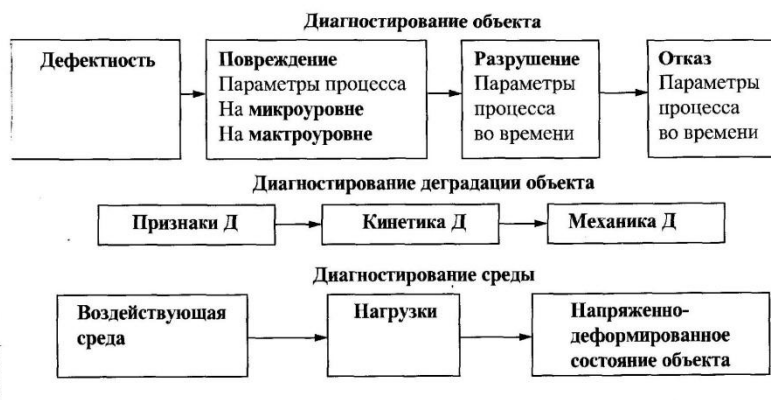


Рис.1 Структура диагностирования технического состояния

НК обеспечивает качественную, количественную и метрологически обеспеченную оценку безопасности металлоконструкций когда осуществляет техническую диагностику степени усталости металла и многообразия процессов его деградации [7]. Такой контроль качества является действенным, когда процесс контроля введен в систему управления качеством (СУК) конкретной продукции (изделия, конструкции, объекта) начиная с ее разработки, изготовления, монтажа, эксплуатации, ремонта и до конца срока использования. Требования к разработке СУК изложены в международном стандарте ISO 9001. В частности эти требования относятся и к методам НК качества.

При проведении контроля с помощью основных методов и средств НК металлоконструкций персонал всех уровней квалификации констатирует «есть дефект или нет дефекта» в какой то области исследуемого объекта и, как правило, вне логической связи с его рабочей историей и без прослеживания влияния этой дефектности на работоспособность целостной конструкции (изделия) сейчас и в будущем понимание возможной неработоспособности

условно бездефектного металла реально не присутствует в практической подготовке и аттестации даже концептуально [13].

Персонал, выполняющий НК, должен показать где и примерно когда (по усредненной скорости роста уже накопленной необратимой деградации металла), следует ожидать перехода в состояние начала усталостного разрушения. Особенно это касается общей накопленной усталости металла всей конструкции с указанием локальных зон концентрации факторов деградации с количественным измерением общим и в каждой из локальных зон.

Особое место занимает подготовка и аттестация персонала, который выполняет контроль напряженно-деформированного состояния и определяет эксплуатационную деградацию материала металлоконструкций. Эксплуатационная деградация заключается в изменении физико-механических свойств: металла конструкции, пластичности, адгезионной прочности, износостойкости материала, коэффициента трения, поврежденности в зависимости от условий и времени эксплуатации изделий. Для сертификации таких специалистов разрабатывают специальные программы учитывающие специфику методов контроля напряженно-деформированного состояния (НДС - ST) и определения указанных характеристик [15].

Метод НК НДС-ST (STRIN TESTING) введен в перечень методов ISO 9712, а также введен в перечень методов НК системы добровольной сертификации персонала. Этот метод является комплексным измерительно-расчетным, концепция которого состоит в анализе и сопоставлении результатов расчета НДС на основании данных о рабочих нагрузках и остаточных напряжениях и контроле физическими методами показателей НДС.

Принято выделять три группы методов контроля: состояния: аналогий моделей; измерения деформаций натуральных деталей или образцов; определения изменения свойств материалов в условиях напряженного состояния и циклического динамического нагружения.

Применение какого либо метода контроля зависит от характера механического состояния изделия или конструкции, который описывается градиентом напряжений или скоростью измерения деформаций. Градиент напряжений на поверхности материала обуславливает выбор базы измерения, в которой измеренное среднее значение деформации близко к максимальному. Это особенно существенно при определении концентрации напряжений [10].

В процессе длительной эксплуатации энергетического оборудования при высоких температурах и давлениях в металле происходят сложные физико-химические процессы, связанные в первую очередь с распадом перлитной составляющей микроструктуры, коагуляцией и сфероидизацией карбидов, образованием микропор либо клиновидных микротрещин [10].

В Украине используется много объектов длительной эксплуатации к безопасности которых предъявляются жесткие требования, которые обеспечиваются как на стадии разработки так и в процессе эксплуатации. Среди эксплуатационных процессов выделяются те, которые связаны с оценкой остаточного ресурса безопасного применения конкретных элементов металлоконструкций, сооружений и машин. В целом такая оценка осуществляется на основании результатов мониторинга реальной загруженности

конструкции, технической диагностики состояния материала и наличия дефектов, а также соответствующих расчетных схем оценки критических состояний в «горящих» точках конструкции. Вместе с тем, естественно, что при длительных сроках эксплуатации конструкций их методическое содержание существенно изменяется [8].

Национальная академия наук Украины под руководством академика Б.Е.Патона выполнила Целевую комплексную программу «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин»[1] Разработаны методологические основы прогнозирования остаточного ресурса конструкций, создания методов, технических средств и технологий для оценки технического состояния и продления сроков эксплуатации техногенно и экологично опасных объектов [2]. Однако в программах подготовки специалистов они не отражены.

Исследования механических свойств (механического поведения) материалов при условиях циклического динамического нагружения с целью диагностирования их поврежденности и определения ресурса указанной программе проведены под руководством академика НАН Украины В.И. Махненко. Он создал основы расчетных методов исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций[3].

Установлено, что характеристики пластичности сталей снижаются во время эксплуатации, вместе с тем возможен рост относительного удлинения, которое отображает раскрытие множества микродефектов. В связи с этим необходимо обязательно определять относительное сужение, как единую характеристику пластичности, которая одновременно отображает способность эксплуатируемого металла пластично деформироваться. Отклонение от линейности на графике растяжения отображает развитие рассеянной поврежденности, а не пластическую деформацию. В этом случае трактовка граница текучести специфическая. Характеристика пластичности может некорректно характеризовать эксплуатационную деградацию!

Трещиностойкость – один из существенных показателей деградации эксплуатируемого металла. Несмотря на низкое сопротивление хрупкому разрушению, применение методов линейной механики разрушения некорректно, поскольку эксплуатируемая сталь отображается низкой прочностью.

Объединение низкой прочности и низкой трещиностойкости – феномен эксплуатационной деградации (рис.2).

Исследование природы деформирования и разрушения металлов требует особого внимания специалистов неразрушающего контроля при непосредственном наблюдении за последовательностью происходящих в металле процессов при деформации в условиях эксплуатации изделий и конструкций. В первую очередь это относится к изучению кинетики процессов деформирования и деградации металлов с изменением напряженного состояния, при которых для более полной информации возникает необходимость измерения и совместной оценки различных физических параметров

Имеющийся арсенал современных методов и средств позволяет проследить в хронологической последовательности весь процесс связанный с деформацией и деградацией материалов, работающих в сложных условиях высоких температур, агрессивных сред, длительных нагружений. Результаты,

полученные раздельно с помощью различных методик, весьма трудно сопоставимы из-за не идентичности образцов исследуемых и используемых для настройки и калибровки средств контроля, из-за невозможности измерения отдельных характеристик и разных относительных погрешностей измерительных приборов. Существенные изменения показателей пластичности и сопротивления



Рис.2. Механические свойства сталей, которые изменяются в процессе длительной эксплуатации

деформированию в зависимости от структурных факторов невозможно проследить обычными методами фиксации отдельных эпизодов изменения микроструктуры и физических свойств, полученных в отрыве от процессов

В процессе длительной эксплуатации сталей показатели прочности (твердость, граница текучести, граница прочности) возрастают на 10-15%; вязко-пластические показатели (относительное сужение, относительное удлинение) уменьшается на 5-7%; показатели сопротивления хрупкому разрушению (ударная вязкость, трещиностойкость) уменьшаются на 15-20%.[11]. Изменение этих показателей является следствием деградации происходящей под влиянием коррозионно-агрессивных сред, процессов деформации и разрушения, зарождения и развития микрповреждений, деформационного старения. При этом происходят изменения в структуре металла приводящие к изменению механических характеристик (граница текучести, граница прочности, ударная вязкость, твердость и др.), тепловых свойств (удельная теплоемкость, тепловое расширение, теплопроводность), электрические свойства (удельное электрическое сопротивление), магнитные свойства (магнитная упругость, магнитная сопротивляемость, основная кривая намагниченности, петля гистерезиса, магнитные потери, магнитная анизотропия), комплексные эффекты (термоэлектрические явления, магнитострикция, эффект Холла и др.). Деградация материалов, характер та распределение напряжений эффективно

определяют оптическим, магнитным, вихретоковым, электрическим, радиационным и акустическим видами контролю [5].



Рис.3. Модель влияния внешних факторов на изменение физико-механических свойств

Программы подготовки персонала по видам контроля дефектности разработаны всеми органами сертификации, а программы обучения по контролю деградации и напряженного состояния отсутствуют. Национальным авиационным университетом разработаны рекомендации по составлению таких программ для обучения и сертификации персонала. Программа обучения составляется с учетом нахождения взаимосвязей между изменениями физических свойств материалов и параметров используемых физических полей (13,14,15).

Выводы.

Рассмотренные рекомендации раскрывают направления по обучению и аттестации персонала на основании анализа опубликованных результатов исследований полученных специалистами при контроле напряженно-деформированного состояния и деградации материала различных металлоконструкций.

К специалистам занимающимся оценкой НДС предъявляются повышенные требования, поэтому они должны обладать не только навыками работы с средствами контроля, но и знаниями в области сопротивления материалов, прочности, деградации свойств и механики разрушения материалов, хорошо ориентироваться в нормативной и методической документации, знать

особенности объектов контроля; уметь проводить расчет напряженного состояния и контроль физическими методами параметров НДС.

Программы сертификации специалистов разрабатывают с раскрытием физических основ методов неразрушающего контроля, а также с изучением следующих вопросов:

- прочности несущих элементов металлоконструкций;
- критерии ресурса, определение параметров ресурса;
- работоспособность и живучесть металлоконструкций, запасы прочности ;
- роль расчетов и экспериментов при определении запасов прочности и ресурса;
- стадии разрушения при общем ресурсе;
- расчеты штатной и аварийной ситуации;
- ориентация технического регулирования;
- факторы, которые учитывают при расчете остаточного и циклического ресурса;
- накопленные повреждения;
- критерии трещиностойкости и живучести;
- скорость роста трещин;
- информативные методы определения остаточного ресурса и безопасности;
- штатная и аварийная диагностика состояния технических систем.

Список литературы

1. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин./збірник наукових, статей, які підготовлені за результатами виконання робіт цільової комплексної програми НАН України під науковим керівництвом академіка Б.Е.Патона. К.: ІЕЗ НАН України, 2006. – 58
2. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности. Учебное пособие под общ. ред.академика РАН В.В.Клюева. М.: Спектр 2011. – 187 с.
3. Махненко В.І.Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. К.: «Наук. Думка»,1976. 320 с.
4. Белокур И.П.,Коваленко В.А. Дефектоскопия материалов и изделий. – К.: Техника, 1989. – 196с.
5. Білокур І.П. Елементи дефектології при вивченні неруйнівного контролю: . – К.: Вища школа, 1987. – 196 с.
6. Белокур И.П. Дефектология и неразрушающий контроль: – К.: Высшая школа, 1989. – 205с.
7. Гузь А.Н., Махорт Ф.Г. Механика связанных полей в элементах конструкций. Акустоэлектромагнитоупругость. К.: Наукова думка, 1988. 286 с.
8. Неруйнівний контроль і техніческая діагностика. Т. 5/ під ред.З.Т.Назарчука. Львів: ФМІ ім.Г.В.Карпенко, 2001. 1134 с.
9. Клюев С.В., Коновалов.Н.Н.,Копытов С.Г.,Соловьева М.О. Аттестация персонала в области неразрушающего контроля. Муравская Н.П. Метрология в

неразрушающем контроле: учеб. Пособие под общ. ред. В.В.Клюева. М.: Спектр, 2011.- 200 с.

10. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности. Под ред. В.В.Клюева. М.: Издательский дом Спектр, 2011. 187 с.

11. Мындык В.Д., Доценко Е.Р., Карпаш М.О. Особенности деградации структур материалов металлоконструкций длительной эксплуатации и оценке возможности ее диагностики в нефтегазовом комплексе. Научный вестник ИФНТУНГ. – 2011 - №2(28). – с. 91- 97.

12. Доценко Е.Р. Дослідження методу визначення напруження плинності конструкційних сталей за значенням їх питомого опору /Е.Р.Доценко. м.о.Карпаш, О.М.Карпаш//Методи та прилади контролю якості.- 2010.- №24.- С.105-111.

13. Білокур І.П. Сертифікація персоналу. – К.: НАУ, 2014. – 364 с.

14. Мухаровський М., Хімічева Г. Моделювання комплексної оцінки компетентності персоналу // Стандартизація, сертифікація, якість.- 2005. - №3. – С.21-25.

15. Білокур І.П. Основи сертифікації персоналу з неруйнівного контролю: навч. посібник. – К.: НАУ, 2015. – 356 с.

*І.В. Васильченко, О.Б. Іванець, к.т.н., доцент
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Проблеми захисту медичних інформаційних систем

Проведений аналіз існуючих методик захисту медичних інформаційних систем. Розглянуто захист інформації робочого місця лікарів. Обрана методика ідентифікації за біометричними показниками людини, яку пропонується використовувати для захисту автоматизованих місць лікарів різних спеціальностей. Проведений розрахунок вартості використання обраної методики в медицині.

Важливою складовою розвитку захисту медицини і охорони здоров'я являється інформація. Проте інформація може використовуватися на шкоду інтересам людей та держави. Відповідно роль інформаційної безпеки в системі охорони здоров'я значно збільшується.

Відомо безліч випадків, коли розголошення інформації, що являється лікарською таємницею, приводило до непередбачуваних вчинків.

На сьогодні постає проблема актуальності захисту медичної інформації і потребує негайного вирішення [1].

На сьогоднішній день для захисту доступу до медичних інформаційних медичних переважно використовують різноманітні системами ідентифікації особи. Всі розробки є унікальними, мають «ноу-хау», але надзвичайно дорогі і складають комерційну таємницю. Окрім того, жодна з існуючих розробок не надає можливості об'єктного опису об'єкта ідентифікації і не оснащена методами порівняння відбитків, що має велике значення для забезпечення доступу до наукових даних тільки осіб, що мають на то юридичні права.

Тому метою даної роботи є сепарація методики захисту медичної інформації для розширення можливостей автоматичної обробки об'єкта ідентифікації (відбитки пальців) з можливістю оперативного прийняття рішень щодо управління можливими «інцидентами», що призначається для посилення надійності та здешевлення систем захисту медичних інформаційних ресурсів.

Предметом дослідження є методи, моделі та засоби ідентифікації за біометричними показниками людини. Для сканування малюнків шкіри пальців руки особи використовували сканер, а в системі захисту програмний комплекс, який здійснює ідентифікацію особи за наявною базою даних про біометричні параметри осіб, що мають доступ до наукової інформації. Застосовувався принцип відкритого коду, що дозволило проводити структурний опис папілярного візерунка відбитків [2].

Зчитування інформації з зображень складається з таких етапів:

- 1) введення зображення в систему для посвідчення особи за відбитками пальців;
- 2) у підсистемі аналізу зображення відбувається обробка раstra з метою придушення шумів, а також усунення певних відхилень зображення;
- 3) виділення локальних особливостей, таких як закінчення і роздвоєння;

- 4) розподілення отриманих параметрів локальних особливостей;
- 5) у підсистемі розпізнавання відбувається перетворення абсолютних параметрів зчитаних точок до відносних параметрів для запобігання впливу паралельного перенесення і повороту пальця при скануванні відбитка;
- 6) порівняння зчитаного відбитку по базі з існуючими відбитками відбувається на основі відносних параметрів кожної точки для кожного що зберігається в базі відбитка.

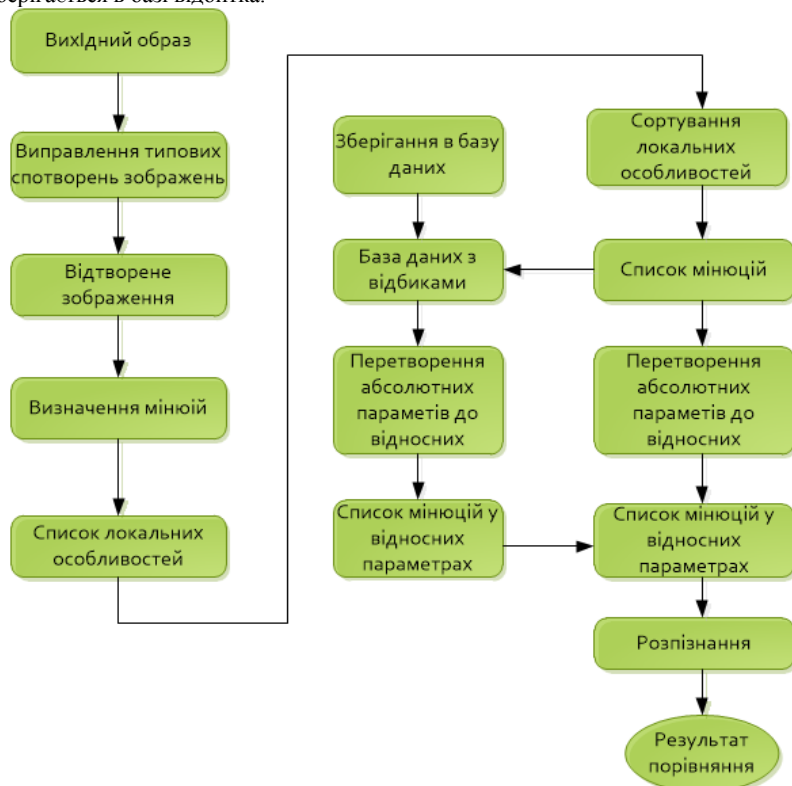


Рис.1. Функціональна схема системи ідентифікації особи за відбитками пальців

При прикладанні пальця до скануючого пристрою можливий зсув або поворот зображення відбитка пальця у порівнянні з тим, що вже зберігається в базі [3]. Дані похибки не повинні впливати на результат розпізнавання одержуваного відбитка пальця. Для цього був розроблений алгоритм перетворення абсолютних параметрів мініюї до відносних. Завдяки такому перетворенню вдається запобігти негативному впливу повороту і зсуву, і розпізнати відбиток, навіть якщо він повернуть на 180 °.

Перетворення відбувається для кожної виявленої мініюції щодо всіх інших точок за такими формулами:

$$dLength_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

$$dAlpha1_{ij} = alpha_{ij} - alpha_i$$

$$dAlpha2_{ij} = alpha_j - alpha_{ij}$$

де i, j - мініюції.

$dLength_{ij}$ - відстань між точками i і j ;

$dAlpha1_{ij}$ - кут між напрямком точки i і напрямком на точку j ;

$dAlpha2_{ij}$ - кут між напрямком точки i і точки j ;

$Alpha_i$ - кут вектора самої точки;

$Alpha_{ij}$ - кут вектора напрямку від точки i до точки j ;

На рис. 2 представлено розташування точки i щодо точки j з усіма отриманими параметрами.

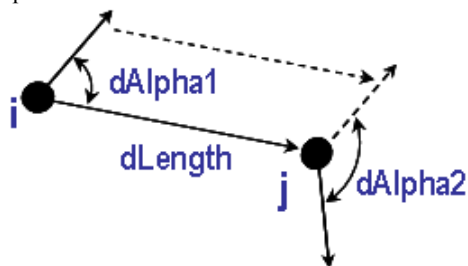


Рис.2. Відносні параметри

У результаті проведеної роботи був розроблений алгоритм ідентифікації особи, що має на меті отримати доступ до наукової інформації, що збирається та обробляється в медичних закладах.

Проведені розрахунки собівартості впровадження даної методики.

$$\sum_{\text{вит}} = 3_M + 3\Pi_{\text{ОСН}} + \sum \text{€СВ} + 3_{\text{АР}} + H_B + \text{ПР}$$

де 3_M – витрати на матеріали;

$3\Pi_{\text{ОСН}}$ – Витрати на оплату праці;

$\sum \text{€СВ}$ – відрахунки на соціальні витрати;

$3_{\text{АР}}$ – витрати на утримання і амортизацію;

H_B – накладні витрати;

ПР – інші витрати.

Розрахунку показали достатньо низьку собівартість запропонованої методики порівняно зі світовими аналогами.

Висновок

В роботі запропонована та розрахована система захисту інформації на основі мініюїї, що надає змогу зменшити ризики несанкціонованого доступу до медичної інформації. Запропонована система захисту дозволить зберегти дані пацієнтів, що отримується лікарями в більш поміркованій собівартості у порівнянні з існуючими світовими аналогами.

Список літератури

1. Коваленко А.С. Проблемы стандартизации в области медицинских информационных технологий / А.С. Коваленко, А.А. Пезенцали, Е.К. Царенко // Клиническая информатика и телемедицина. Междисциплинарный научно-методический журнал. – 2011. – №.8. – С. 111-113.
2. Дуда Р., Харт П. Розпізнавання образів та аналіз сцен.-М.: Світ, 1996.- 511.
3. Анісімов Б.В., Курганов В.Д., Злобін В.К. Розпізнавання та цифрова обробка зображень. - М.: Вища школа, 1983. - 256 с.

Г.В. Гнатюк,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Вплив фізичного навантаження на ритм серця при адаптації до умов Антарктики

Ступінь стійкості резервів серцево - судинної системи і адаптаційна здатність її регуляторних механізмів забезпечує стан здоров'я і працездатність. Однак, проблема профілактики патології системи кровообігу у операторів діяльності в екстремальних умовах залишається актуальною і потребує нових підходів дослідження.

Одним зі швидких та зручних методів оцінки стану серцево-судинної системи є аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР). Під терміном "варіабельність серцевого ритму" зазвичай розуміють коливання величини інтервалів між послідовними скороченнями серця - R-R-інтервалів [2]. Оскільки зазвичай цей метод використовують в клінічних умовах, метою даної роботи було дослідження перспективності використання показників ВСР для діагностики функціонального стану фахівців екстремальних видів діяльності.

У результаті численних фізіологічних і клінічних досліджень доведено можливість застосування даних вимірювання сукупності функціональних показників серцево-судинної системи як індикатора адаптивних реакцій цілісного організму і показника ризику розвитку захворювань. Використання такого підходу є можливим, оскільки система кровообігу слугує сполучною ланкою між усіма органами та системами організму, між «центрами керування» й «елементами керування».

Варіабельність серцевого ритму відображає ступінь напруження регуляторних систем, що виникає у відповідь на стресорний вплив.

Адаптація організму до дії різних факторів навколишнього середовища в значній мірі пов'язана з реакціями серцево-судинної системи і її регуляторних механізмів. Серце являється доволі чутливим індикатором всіх змін в організмі. Ритм його скорочень, що регулюється симпатичним і парасимпатичним відділами вегетативної системи, реагує на будь-які стресорні дії.

Наявність багаторівневого ритмогенезу забезпечує надійність та функціональну досконалість системи формування ритму серця. Серед рефлекторних механізмів, котрі впливають на серцеву діяльність, найбільш важливими є барорецепторний рефлекс, рефлекс Бейнбриджа та хеморецепторний рефлекс. Барорецепторний рефлекс починається від барорецепторів, котрі сприймають механічне розтягнення стінок артерій, та розташовані у каротидних синусах і дузі аорти. Аферентні імпульси від цих рецепторів у головний мозок надходять по нервах каротидних синусів та аортальним нервам. Еферентна частина рефлексу представлена симпатичними та парасимпатичними волокнами. Частота імпульсації барорецепторів збільшується при підвищенні середнього артеріального тиску у рефлекторних ділянках, що викликає зменшення активності у еферентних симпатичних волокнах, та

підвищення активності у еферентних парасимпатичних волокнах. В результаті цього зменшується ЧСС, скоротливість передсердь та шлуночків, відбувається негативний дромотропний ефект. Рефлекс F. Bainbrige полягає у збільшенні ЧСС при внутрішньовенному введенні ізотонічного фізіологічного розчину чи 26 крові. До аналогічних змін приводило розтягнення балончиком правого передсердя. ЧСС підвищується навіть при збільшенні артеріального тиску. Ці реакції корелюють з підвищенням тиску у великих венах та усуваються двобічною ваготомією. Часто введення рідини у систему кровообігу викликає прискорення ритму серця, якщо основний рівень ритму був низьким, але знижує, коли рівень був високим.

Аналіз особливостей вегетативної регуляції серця в останні десятиліття широко використовується в кардіологічних дослідженнях. В основі визначення показників варіабельності серцевого ритму лежить оцінка послідовних інтервалів R–R синусового походження, що забезпечує отримання кількісної інформації про модулюючий вплив на серце парасимпатичного і симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Ритм серця підпорядковується ієрархічній системі структур та механізмів, включаючи мозковий і внутрішньосерцевий рівні. Нині не достатньо вивченим залишається проблема довготривалої адаптації до фізичних навантажень різної спрямованості, у тому числі активність рівня нейровегетативної регуляції серцево-судинної системи. Враховуючи той факт, що оцінка показників варіабельності серцевого ритму є одним із основних показників вивчення адаптаційних можливостей, а також індивідуальною характеристикою стану організму, актуальним є питання вивчення особливостей вегетативної регуляції серця в операторів екстремальних видів діяльності.

Мета роботи полягала у встановленні динаміки перебудов механізмів регуляції ритму серця і змін рівня реакції кровообігу на дозоване фізичне навантаження у антарктичних зимівників, а також у застосуванні адекватної програмно - математичної обробки біоінформації для визначення можливих взаємозв'язків вегетативної регуляції з рівнем реалізації резервів кровообігу.

Дослідження виконувались протягом року за участю 12 зимівників станції «Академік Вернадський». У кожного зимівника щомісячно реєструвалась ритмокардіограма і проводилась велоергометрія з дозованим навантаженням (50 Вт, 100 Вт, 150 Вт). ВЕМ - це запис ЕКГ (електрокардіограми) в хвилини фізичного навантаження. Проводять дослідження на велоергометрії - спеціальному велосипеді, який автоматично дозує навантаження. Під час процедури пацієнт крутить педалі з різною інтенсивністю (навантаження зростає поступово), при цьому фіксується пульс і артеріальний тиск. Вибір навантаження визначається загальним станом хворого, основним захворюванням і анамнезом. Основними перевагами велоергометрії є: точність дозованого навантаження, фізіологічність, доступність, можливість повторів проби, запис електрокардіограми одночасно з навантаженням. Діагностичні можливості ВЕМ дозволяють: визначити реакція серцево-судинної системи на фізичне навантаження, визначити ступінь витривалості організму до фізичного навантаження виявити ішемію міокарда

виявити порушення ритму серця, пов'язані з фізичною активністю, визначити ступінь недостатності кровоотуку і можливості організму за

допомогою фізичного навантаження, об'єктивно оцінити динаміку розвитку захворювання і адекватність проведеного лікування.

У ході виконання роботи реєстрували частоту серцевих скорочень та артеріальний тиск.

Аналіз результатів дослідження показав наявність певних варіацій у структурі механізмів регуляції серцевого ритму у залежності від тривалості перебування зимівників в антарктичних умовах. Реакції кровообігу (частота серцевих скорочень, артеріальний тиск) на дозоване фізичне навантаження також мали певні відмінності протягом року. Застосування програмно - математичної обробки та кореляційного аналізу дозволило виявити залежності між показниками вегетативної регуляції та рівнем реакції системи кровообігу на фізичне навантаження, що характеризується превалюванням симпатичного відділу регуляції з боку вегетативної нервової системи.

Висновки

Таким чином, застосування програмно – математичного комплексу обробки та аналізу біомедичної інформації дало можливість встановити характерні взаємовідносини вегетативного балансу з резервами кровообігу, що відкриває можливість для розуміння нових механізмів адаптації серцево-судинної системи людини до тривалого впливу екстремальних умов Антарктики.

Список літератури

1. Баевский Р.М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Баевский Р.М., Кириллов О.Н., Клецкин С.М. - М.: Наука, 1984. - 270 с.
2. Кардиолаб ВСР. Методические рекомендации по анализу вариабельности сердечного ритма. - Харьков, 2009. - 66 с.
3. Попов В.В. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине / В.В.Попов, Л.Н.Фрицше // Український медичний часопис. - 2006. - № 2 (52). - С. 24-31.
4. Федотов А.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга /Федотов А.А., Акулов С.А. – М.: Радио и связь, 2013.- 249 с.

*В.Ф. Граняк, к.т.н., В.В. Кухарчук, д.т.н.
(Вінницький національний технічний університет, Україна)*

**Безконтактний метод діагностування полюсних обмоток ротора
тихохідних електричних машин на основі використання ефекту
температурного згасання люмінофору**

Запропоновано новий безконтактний термічний метод діагностування стану міжвиткової ізоляції полюсних обмоток ротора тихохідних електричних машин на основі використання ефекту температурного згасання люмінофору та розроблено структурну систему діагностування, що його реалізує.

Контроль технічного стану силових електричних агрегатів у режимі технологічного процесу є перспективним напрямком підвищення надійності та зменшення експлуатаційних витрат, пов'язаних як з виконанням планових, не завжди технічно обґрунтованих, ремонтних робіт, так і недовипуском продукції, обумовленим виведенням агрегату на час виконання ремонту з технологічного процесу. Серед найбільш поширених дефектів електричної частини силового агрегата є міжвиткове коротке замикання полюсних обмоток [1]. Особливістю цього дефекту є зростання температури як дефектної, так і не пошкодженої частини полюсної обмотки. А так як температура є одним з основних параметрів, що значною мірою визначає хімічні та фізичні властивості речовини [2], в тому числі, і діелектричних властивостей ізоляції, то при перегріванні непошкоджених ділянок спостерігається їх підвищене зношування, а при досягненні критичного значення температури – запускання лавиноподібного ефекту, що призводить до подальшого швидко наростаючого термічного руйнування та значних матеріальних втрат.

Виявлення такого роду дефектів на етапі лавиноподібного процесу, коли струм у полюсній обмотці різко зростає, а термічні відхилення стають яскраво вираженими, є неефективним, оскільки передбачає наявність значних пошкоджень обладнання. А його виявлення на ранньому етапі пов'язане з значними технічними труднощами, оскільки на цьому етапі доволі важко виділити зростання струму та температурного відхилення, обумовленого дефектом міжвиткової ізоляції, від відхилень, обумовлених іншими неінформативними факторами (змінною навантаження, наявністю вищих гармонік, змінами температури навколишнього середовища тощо). Тож, розробка методів та засобів діагностування, які б давали змогу виявляти дефекти міжвиткової ізоляції у режимі технологічного процесу на ранніх стадіях їх розвитку є актуальною науково-прикладною задачею, що потребує ґрунтовного дослідження.

Тепловий стан полюсної обмотки збудження за значенням середнього перевищення температури над температурою повітря, що проходить через ротор гідроагрегату, спрощено може бути описано [3]:

$$\Delta T = \frac{p_{el}}{S_a \alpha}, \quad (1)$$

де α – умовний коефіцієнт тепловіддачі з умовної поверхні охолодження; S – площа умовної поверхні охолодження обмотки збудження; p_{el} – теплові втрати на провідниках обмотки збудження, що можуть бути розраховані за законом Джоуля – Ленца:

$$p_{el} = I_3^2 R_{oz}, \quad (2)$$

де I_3 – струм обмотки збудження; R_{oz} – активний опір обмотки збудження.

Особливістю дефекту міжвиткової ізоляції є те, що його виникнення не призводить до зміни площі умовної поверхні охолодження та умовного коефіцієнту тепловіддачі, що повністю визначаються розмірами та формою ротора і обмотки збудження, а також параметрами системи охолодження і температурою теплоносія на її вході [3]. При чому, врахувавши той факт, що для переважної більшості електричних машин час проходження теплоносія уздовж обмотки збудження є значно більшим періоду обертання ротора, а отже те, що потік теплоносія при своєму проходженні буде контактувати у рівній мірі з усіма полюсними обмотками ротора в наслідок їх обертового руху, то зростання температури теплоносія за рахунок впливу однієї окремої обмотки на ранніх стадіях розвитку дефекту не матиме значного впливу на зміну його температури, а, отже, для однакових рівних умов може вважатися постійним. В той же час відносно не велика довжина ротора електричних машин забезпечить меншу сталу часу реакції температури теплоносія в лобовій частині ротора, що дозволить доволі швидко ідентифікувати зміну його температури у випадку, якщо це матиме місце.

Аналізуючи процеси розвитку відомих дефектів міжвиткової ізоляції, можна прийти до висновку, що за характером розподілу джерел додаткового нагріву для них можна виділити два крайніх випадки, а саме: міжвиткове коротке замикання з великим та малим перехідним опором. Тож, не володіючи інформацією про тип можливого дефекту, при проектуванні систем термодіагностування потрібно враховувати можливість розвитку як крайніх, так і проміжних випадків.

У випадку розвитку міжвиткового короткого замикання з великим значенням перехідного опору (гірший випадок) зростання струму полюсної обмотки можна вважати не суттєвим, про те у такій котушці формуватиметься перегріта зона. При чому, оскільки теплопровідність металу, з якого виконана обмотка, на порядки більша теплопровідності міжвиткової ізоляції [1], то є очевидним, що ефективність передачі тепла уздовж обмотки буде значно вищою, у порівнянні з передачею тепла у інших напрямках. Враховуючи це, можна стверджувати, що від перегрітої зони тепло ефективно поширюватиметься до лобової та торцевої частини. За своїм фізичним змістом, така система теплопередачі, по суті, являється складною багатопарною системою теплопередачі з подовженою товщиною першої ділянки, для якої температурне поле буде характеризуватися системою початкових функцій [3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} T = A_1 \frac{x^{1-n}}{1-n} + B_1 - \frac{q_1 x^2}{2\lambda_1(n+1)} \text{ при } x_1 \leq x \leq x_1, \\ T = A_2 \frac{x^{1-n}}{1-n} + B_2 - \frac{q_2 x^2}{2\lambda_2(n+1)} \text{ при } x_2 \leq x \leq x_3, \\ \dots\dots\dots \\ T = A_j \frac{x^{1-n}}{1-n} + B_j - \frac{q_j x^2}{2\lambda_j(n+1)} \text{ при } x_j \leq x \leq x_{j+1}, \\ \dots\dots\dots \\ T = A_k \frac{x^{1-n}}{1-n} + B_k - \frac{q_k x^2}{2\lambda_k(n+1)} \text{ при } x_k \leq x \leq x_{k+1}, \end{array} \right. \quad (3)$$

де x – координата простору, пов’язана з початком відліку у центрі перегрітої зони; $A_1, B_1, A_1, B_1, \dots, A_k, B_k$ – сталі інтегрування; q_1, q_2, \dots, q_k – усталені питому потужності внутрішніх джерел теплоти кожної з ділянок складної системи; $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ – середнє значення теплопровідності ділянок складної системи.

При розв’язанні (3) для розглянутої складної системи можна отримати наступну залежність густини теплового потоку:

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\sum_{i=1}^k \frac{x_i}{\lambda_i}}, \quad (4)$$

Цікавою з точки зору реалізації засобів безконтактного вимірювання температури є ефект температурного згасання люмінесцентного випромінювання при зростанні температури люмінофора. У цьому випадку залежність квантового виходу фотолюмінесценції від температури описуватиметься за допомогою наступної залежності [4]:

$$\eta(T) = \frac{1}{1 + qe^{\frac{-E_n}{kT}}}, \quad (5)$$

де q – стала, що характеризує властивості центра люмінесценції; k – стала Больцмана; e – стала Ейлера.

Звідси, залежність інтенсивності люмінесцентного випромінювання від температури може бути представлена у наступному вигляді:

$$I_\lambda = \frac{I_{\max}}{1 + qe^{\frac{-E_n}{kT}}}, \quad (6)$$

де I_{\max} – максимально можливе значення інтенсивності люмінесценції для даного люмінофора при сталому значенні інтенсивності і частоти збуджуючого випромінювання, на яку поширюються положення закону Больцмана.

Для реалізації методу безконтактного вимірювання температури на основі ефекту згасання люмінофору пропонується конструкція первинного вимірювального перетворювача, структурна схема якого приведена на рис. 1

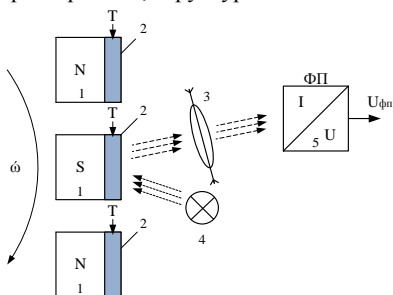


Рис. 1 Структурна схема безконтактного сенсора температури

Робота наведеного на рис. 1 безконтактного сенсора температури здійснюватиметься наступним чином. При опроміненні люмінофорного покриття 2, що знаходиться в термічній рівновазі з об'єктом вимірювання 1 (наприклад, полюсною обмоткою електричної машини), створюється потік люмінесцентного випромінювання, потужність якого, з урахуванням (6), визначається:

$$P_{\text{л}} = \frac{I_{\text{max}} S_{\text{ef}}}{\frac{-E_n}{1 + qe^{kT}}}, \quad (7)$$

де S_{ef} – ефективна площа люмінесцентного покриття, що аналізується.

Світловий потік від люмінофору проходить через фільтр 3, що пропускає через себе лише вузьку полосу спектру світлового випромінювання, яка відповідає максимуму люмінесценції. Завдяки цьому досягається зменшення впливу теплового випромінювання люмінофору та об'єкта вимірювання, а також впливу сторонніх джерел випромінювання, що можуть вносити похибки у результат вимірювання. Відфільтрований сигнал надходить на вхід фотоприймача 5, у якому здійснюється перетворення потужності світлового потоку у вихідну напругу.

Враховуючи залежність (7), рівняння перетворення безконтактного сенсора температури матиме вигляд:

$$U_{\phi n} = \frac{I_{\text{max}} S_{\text{ef}} \alpha \beta \gamma}{\frac{-E_n}{1 + qe^{kT}}}, \quad (8)$$

де α – коефіцієнт пропускання середовища поширення світлового потоку, що враховує відстань між люмінофором та фотоприймачем та оптичну прозорість даного середовища на частоті максимуму люмінесцентного випромінювання; β – коефіцієнт пропускання фільтру; γ – коефіцієнт перетворення фотоприймача.

Враховуючи сказане, метод контролю стану міжвиткової ізоляції обмоток збудження гідроагрегатів можна представити у вигляді алгоритму, наведеного на блок – схемі (рис. 2)

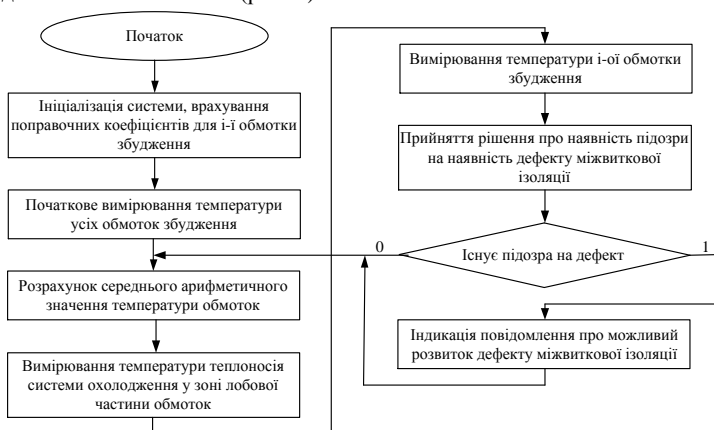


Рис. 2 Блок-схема реалізації методу діагностування полюсних обмоток ротора тихохідних електричних машин на основі використання ефекту температурного згасання люмінофору

Висновки

1. Запропоновано новий безконтактний метод вимірювання температури на основі використання ефекту температурного згасання люмінофору та розроблено конструкцію первинного вимірювального перетворювача, що його реалізує.

2. Запропоновано новий метод діагностування полюсних обмоток ротора тихохідних електричних машин на основі використання ефекту температурного згасання люмінофору, що дозволяє виявляти дефекти міжвиткової ізоляції на ранніх стадіях їх розвитку безпосередньо в режимі експлуатації електричної машини.

Список літератури

1. Худий, Є.Г. Сучасні методи діагностики стану ізоляції електричних машин / Є.Г. Худий, І.І. Пельтек // Вісник Національного технічного університету "ХПІ": сер. «Електротехніка, електроніка та електропривод». – 2010. – № 31 – С. 549-550.
2. Посудін Ю. І. Фізика і біофізика навколишнього середовища / Ю. І. Посудін – Київ: Світ, 2000. – 303 с.
3. Теплопередача з елементами масообміну (теорія і практика процесу) / За редакцією проф. В. Р. Куліченка – Київ: Фенікс, 2014 – 917 с.
4. Казаринов Ю. Г. Люминесцентное свойства монокристаллов шпинели при воздействии ионизирующих излучений / Ю. Г. Казаринов, В. Т. Грицына, В. А. Кобяков, К. Е. Сикафус // Вопросы атомной науки и техники – 2002. – №3. – С. 53 – 57.

*О.В. Дергунов, к.т.н., А.Р. Деменко, А.В. Залевська, К.В. Фостенко
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Випробування гвинтомоторної установки легких безпілотних повітряних суден

Розглянуто задачу розробки комп'ютеризованого стенду для випробування гвинтомоторної установки на основі безколекторних електричних двигунів, що використовуються в легких безпілотних повітряних суднах як літакового, так і мультироторного типу. Представлено загальну структуру стенду та опис його вимірювальних каналів.

Розробка сучасних легких безпілотних повітряних суден (БПС) є достатньо актуальною задачею. Не зважаючи на наявність на ринку готових рішень від комерційних компаній, є потреба в БПС зі специфічними експлуатаційними характеристиками. Важливим етапом при розробці БПС є проектування його гвинтомоторної установки (ГМУ), до складу якої зазвичай входять безколекторні електричні двигуни (БКЕД), контролери обертів двигуна (КО) та гвинти. На ринку наявна дуже широка номенклатура таких виробів різної якості, з різними характеристиками і, відповідно, різними можливостями. Виробники не завжди супроводжують свою продукцію повною технічною документацією. Дуже часто в документації на електричні двигуни відсутня інформація про типи сумісних гвинтів для різних діапазонів напруг живлення та відповідні рівні тяги отриманої ГМУ. Широко розповсюдженим є розрахунок параметрів ГМУ з використанням спеціалізованих калькуляторів, база даних яких охоплює різних виробників елементів гвинтомоторної установки [1]. Проте, слід зазначити, що результати розрахунків не завжди збігаються з дійсними через неідентичність параметрів БКЕД або пропелерів з різних партій навіть одного виробника, а також наявності на ринку великої кількості елементів, що не включені в такі бази даних. В цьому випадку найбільш правильним рішенням є експериментальне випробування гвинтомоторної установки з метою встановлення її характеристик та граничних можливостей.

Серед параметрів ГМУ слід виділити наступні: тяга, швидкість обертів БКЕД та струмоспоживання. Ці параметри найбільш сильно впливають на експлуатаційні можливості отриманого БПС, такі як вантажопідйомність, дальність роботи тощо. Також слід зазначити, що для забезпечення правильної експлуатації ГМУ необхідно впевнитися, що температури БКЕД та КО не виходять за безпечні межі, що може свідчити як про низьку якість компонент ГМУ, так і про їх некоректний вибір.

Отже, стенд для випробування гвинтомоторної установки повинен контролювати такі параметри:

- тягу, з номінальним значенням 2 кг та роздільною здатністю 0,05 кг;
- швидкість обертів БКЕД, з номінальним значенням 40000 об/хв;
- струмоспоживання установки, з номінальним значенням 30 А;

- температуру БКЕД;
- температуру КО.

Для вирішення завдання з розробки випробувального стенду ГМУ запропоновано загальну структуру комп'ютеризованого стенду (рис. 1), яка складається з вимірювальних каналів (ВК) швидкості обертів електричного двигуна, його температури, тяги, температури контролера обертів двигуна та його струмоспоживання, мікроконтролера, дисплею та персонального комп'ютера зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

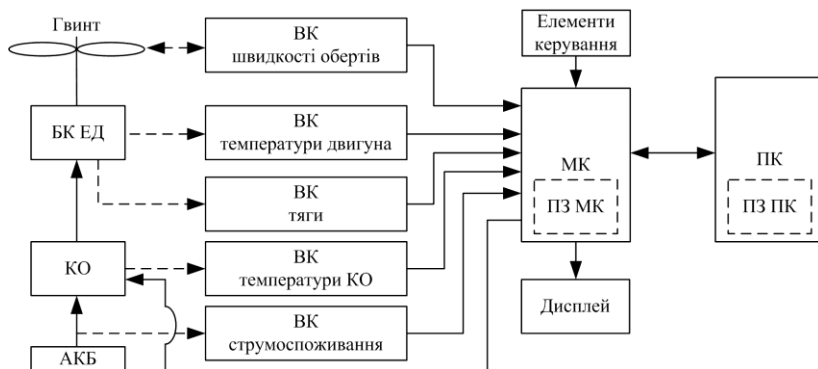


Рис. 1. Структурна схема комп'ютеризованого випробувального стенду

Інформація з вимірювальних каналів поступає до мікроконтролера (МК), який виконує задачі керування режимом роботи електричного двигуна, відображення поточних результатів відповідних вимірювань на дисплеї та передачі всіх поточних даних на персональний комп'ютер із спеціалізованим програмним забезпеченням (ПЗ). Основою конструкції випробувального стенду (рис.2) є модуль тензорезистивних датчиків на якому встановлюється БКЕД та за допомогою якого визначають рівень тяги ГМУ.

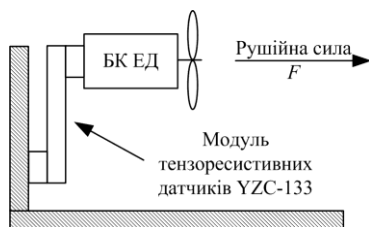


Рис. 2. Умовна конструкція випробувального стенду

Вимірювальні канали спроектовані з використанням сучасних датчиків та інтегральних пристроїв узгодження, переважно з цифровими інтерфейсами. Основою ВК швидкості обертів двигуна є оптопара (ОП) відкритого типу, яка

відслідковує оберт лопаті пропелеру. Сигнал з оптопари подається на компаратор, де порівнюється із граничним значенням заданим потенціометром. Прямокутні імпульси з виходу компаратора поступають на вхід МК для вимірювання їх частоти за допомогою вбудованих таймерів/лічильників. Реалізований на мікроконтролері частотомір перевірено шляхом безпосереднього зіставлення його показів з показами лабораторного частотоміру (клас точності 0,01) для імпульсного сигналу поданого з лабораторного генератору імпульсів. Похибка реалізованого частотоміру не перевищувала 0,1% в діапазоні частот 40...500 Гц.

Задачу контролю температури двигуна та контролера обертів двигуна вирішено за допомогою каналу безконтактного вимірювання температури на основі пірометричного датчика MLX90614 та контактного каналу на основі термопари та інтегрального пристрою узгодження MAX31855. Наведені канали мають вихідні цифрові інтерфейси для підключення до МК. Експериментальні випробування цих каналів показали, що похибка визначення температури не перевищує 1,5°C в діапазоні температур 10...70°C, що задовольняє поставлені вимоги.

Вимірювальний канал тяги складається з модуля тензоперетворювача YZC-133 та інтегрального пристрою узгодження для роботи з датчиками ваги – HX711. Калібрування каналу тяги виконувалося шляхом вимірювання ваги еталонних гир за загальноприйнятою методикою калібрування електронних ваг. В результаті калібрування визначено, що зведена похибка каналу не перевищує 2%.

Оцінку поточного струмоспоживання електричним двигуном можна за допомогою датчика струму на ефекті Холла – ACS712. Даний датчик випускається в різних версіях під різні номінальні значення струму. В роботі використаний датчик із номінальним струмом 30 А.

Спеціалізоване програмне забезпечення реалізує функції відображення поточних та історію зміни контрольованих значень та проводити процедури автоматизованого випробування ГМУ. Програмне забезпечення розроблене в середовищі NI LabVIEW.

Висновки

В ході даної роботи розроблено комп'ютеризований стенд, який дозволяє визначати тягу гвинтомоторної установки, температури ключових її елементів, швидкість обертів двигуна та його струмоспоживання, що є необхідним при проектуванні легких безпілотних повітряних суден. За допомогою представленого стенду можливо оцінювати характеристики різних моделей безколекторних електричних двигунів, підбирати для них оптимальний пропелер. Це особливо актуально в умовах обмеженої інформації про двигун в його технічній документації.

Список літератури

1. eCalc-xCopterCalc [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ecalc.ch/xcoptercalc.php>

Методи викликаних потенціалів для оцінювання мозку новонароджених

Перинатальна патологія є однією з центральних проблем сучасної педіатрії, вона в значній мірі визначає післянатальний (післяпологовий) розвиток дитини, а в подальшому і дорослої людини. Актуальність даної проблеми пояснюється високою частотою «натальних» ушкоджень нервової системи з порушеннями життєзабезпечення, в тому числі з патологією зору і слуху

Найсучаснішим і об'єктивним способом оцінки стану слухового та зорового аналізатора новонароджених вважається метод викликаних потенціалів мозку. Метод викликаних потенціалів мозку дає змогу повністю оцінити вікові особливості різних рівнів аналізаторів, а також виявити ступінь і характер порушення слуху і зору з перших днів життя дитини. Метод не вимагає активної участі пацієнта, тому не має вікових обмежень. Головними стимуляторами розвитку дитини є зорове та слухове сприйняття. Зорове і звукове сприйняття є головними стимуляторами розвитку дитини. Одним з основних способів об'єктивної оцінки функцій сприйняття у дітей є метод викликаних потенціалів мозку.

Викликані потенціали - реакція мозку на зовнішній подразник або внутрішньо обумовлений процес. Ця група об'єктивних і порівняно неінвазивних досліджень головного мозку заснована на вивченні коливань біоелектричних потенціалів в поверхневій електроенцефалограмі або під час запису електричної активності інших утворень мозку, що відбуваються у відповідь на імпульси, по висхідним або асоціативним нервовим шляхам.

Дослідження ВП є сучасним і інформативним методом діагностики неврологічної патології у новонароджених.

Викликані потенціали (ВП) використовуються для оцінки сенсорних функцій (зору, слуху та соматичної чутливості), уточнення локалізації органічного церебрального ураження, вивчення стану провідних шляхів мозку, а також реактивності різних церебральних структур і систем при патологічних процесах в ЦНС [1].

Так, дослідження ВП застосовується при вадах розвитку, гіпоксичних, ішемічних і травматичних ураженнях під час пологів; при нейроінфекціях (менінгіт, енцефаліт), ЧМТ і в інших клінічних ситуаціях. У ряді випадків зміни ВП можуть супроводжувати дефіцит токоферолу (вітамін Е) або ціанокобаламіну (вітамін В12).

Метод ВП дозволяє отримати об'єктивну інформацію без вербального звіту, недоступного новонародженим.

У нейрофізіології прийнято розрізняти наступні основні різновиди ВП: слухові (акустичні), зорові (оптичні) і соматосенсорні [2].

Слухові викликані потенціали (СВП) так називається реєстрація відповідей (змін біоелектричної активності - ЗБА), викликаних акустичною стимуляцією. Слухові ВП реєструються у відповідь на клацання, спрямовані

на одне вухо пацієнта. Розміщення активного електрода практикується на тім'ї дитини, а індиферентного електрода - на мочці вуха або соскоподібного відростка.

Зорові викликані потенціали (ЗВП) зміни характеристик БА різного ступеня реєструються з задньої поверхні волосистої частини голови (позитивний пік на 95-115 мс) при зоровій стимуляції. При дослідженні зорових ВП зазвичай вимірюють латентний період, а також тривалість і амплітуду реакції. Дослідження зорових ВП дозволяє отримати інформацію про стан зорового нерва, оцінити гостроту зору і роботу зорових центрів в головному мозку, а також контролювати їх динаміку на тлі проведеної терапії.

Соматосенсорні викликані потенціали (ВП) відображають функцію проведення нервових імпульсів до кори головного мозку від сприймаючих рецепторів. Метод заснований на використанні порівняно невеликих і безболісних електроподразнення великих чутливих волокон верхньої і нижньої кінцівок. Зазначені подразники супроводжуються утворенням аферентних нервових імпульсів, які реєструються по ходу соматосенсорного шляху на багатьох рівнях [3].

Ендогенні викликані потенціали дозволяють оцінити когнітивні (розумові) функції головного мозку, тобто визначають такі атрибути цієї функції, як увага, здатність сприйняття інформації, її обробки, пам'ять, прийняття рішень.

Один з найбільш часто використовуваних тестів - КСВП (коротколатентний слуховий викликаний потенціал). Зазвичай використовується вікно в 15 мс, якого в більшості випадків досить для реєстрації активності структур різних рівнів слухового шляху в межах стовбура мозку. Основними областями застосування КСВП є неврологічний скринінг пухлин і визначення порогів слуху у пацієнтів, яким провести традиційні аудіометричні тести не представляється можливим, наприклад, новонароджені.

Принцип реєстрації КСВП полягає в наступному. При реєстрації КСВП на електродах з'являються не тільки самі КСВП, а й різноманітні види електричних потенціалів, викликаних роботою мозку, м'язовою активністю і т.п. Амплітуда цих потенціалів перевищує амплітуду КСВП в сотні і тисячі разів. Щоб виділити КСВП на тлі цих шумів, потрібно усунути або послабити фоновий електрофізіологічний і електромагнітний шум до амплітуди, меншою ніж амплітуда КСВП.

Для подачі звукових стимулів в зовнішні слухові проходи вводять м'які поролонові аудіометричні вкладиші, з'єднані трубчастими звукопроводами зі спеціальними телефонами для проведення КСВП. Щоб зменшити електрофізіологічний шум, що виходить від м'язів, під час дослідження КСВП пацієнт повинен перебувати в спокійному розслабленому стані. Дітей найкраще обстежувати в стані природного сну.

Електрокохлеографія (ЕКоГ) – це один із методів аудіологічного обстеження, який використовують при діагностуванні слухової нейропатії у дітей, діагностиці хвороби Мен'єра, центральних слухових порушень, зокрема невриноми слухового нерва. ЕКоГ ґрунтується на реєстрації самих ранніх

слухових викликаних потенціалів - потенціалів равлика і внутрішньопавликової частини слухового нерва, що виникають в межах 2-3 мс після короткого звукового стимулу, як правило клацання [4].

Сучасним методом виділення ендогенних подій, що дозволить поліпшити аналіз і розуміння когнітивних процесів, є дослідження когнітивного потенціалу P300. Методика P300 ґрунтується на подачі в випадкової послідовності серій з двох слухових стимулів, які різко відрізняються за параметрами. При звичайному виділенні відповідей на ці відрізняються стимули, без умови їх впізнання, реєструються довголатентні слухові ВП, які відрізняються один від одного через різницю параметрів стимулів [5].

На основі вищеописаних методів викликаних потенціалів для оцінювання мозку новонароджених, можемо скласти таблицю типів, характеристик і клінічних застосувань слухових викликаних потенціалів.

Таблиця 1 – Характеристика слухових викликаних потенціалів

Тип тесту	Тип стимулу	Характеристика	Клінічні застосування
ЕКоГ	Клацання , короткий тон	Піки: сумарний потенціал(СП), потенціал дії слухового нерву(ПД)	Діагностика хвороби Мен'єра
КСВП	Клацання , короткий тон	Піки: I, II, III, IV, V, VI, VII	Скрінінг, діагностика, оцінка порогу слуху, моніторинг при операціях
Середньо-латентні	Клацання	Na, Pa, Nb, Pb	Розлади слухового опрацювання
Довголатентні	Довгий тон	P1, N1, P2	Функціональна втрата слуху(кора)
Негативна невідповідність	Короткі тони, мовні фонемі	Різниця в N1	Центральна слухова функція

Висновки

Отже, метод КСВП цілком підходить для проведення діагностики новонародженого пацієнта та є абсолютно безболісним і нешкідливим методом, але для його успішного проведення необхідно глибоке розуміння, знання, навички і досвід фахівця у проведенні та інтерпретації отриманих результатів, а також потрібна високоякісна спеціальна апаратура. Хоча складових для успішного обстеження методом КСВП у дітей і багато, проте високий результат діагностики забезпечений. Вивчивши і розглянувши цей та

інші методи викликаних потенціалів для оцінювання порушень функцій сприйняття новонароджених, дійшли висновку, що КВСП займає першу позицію і дає можливість застосування у діагностиці слуху для таких цілей: скрінінг слуху новонароджених і дітей раннього віку, оцінка порогів чутності широкосмугового шуму і тонів аудіометричних частот, встановлення показань до слухопротезування і кохлеарної імплантації, діагностика периферичних і центральних порушень органу слуху, діагностика слухової нейропатії, розрахунок необхідних електроакустичних параметрів слухових апаратів при слухопротезуванні та інше.

Список літератури

- 1.Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. — Таганрог: ТГТУ, 1997.
- 2.Зенков Л.Р., Ронкін М.А. Функціональна діагностика нервових захворювань: (Керівництво для лікарів).- М., 1991.
- 3.Іваницький А.М. Мозкові механізми оцінки сигналів.-М., 1976.
- 4.Шагас Ч. Викликані потенціали в нормі та патології (пер.з англ.).-М., 1975.
- 5.Зарайська С.М., Таулуєв А.М. Про застосування методу викликаних потенціалів в клініці неврологічних захворювань. (Огляд літератури).-МРЖ, 1996, Т.9, N5, с. 37-45.

*А.В. Коваль,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Розробка інформаційної моделі для забезпечення медичної сертифікації пілотів

Розробка інформаційної моделі для збору, зберігання та обробки медичної інформації, необхідної для сертифікації кандидатів у пілоти. Створення бази даних, яка зберігає в собі інформацію про осіб, необхідні обстеження та їх результати.

Забезпечення безпеки польотів є пріоритетом діяльності авіаційного транспорту і невід'ємною складовою національної безпеки. Цивільна авіація активно просуває свою продукцію на ринок міжнародних перевезень пасажирів, вантажів та інших авіаційних послуг. Відповідно до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію Україна як член Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) повинна дотримуватись установлених цією організацією стандартів, згідно з якими кожна держава — член ІКАО зобов'язана розробити і виконати національну програму безпеки польотів, а суб'єкти авіаційної діяльності — впровадити систему управління безпекою польотів. Система управління безпекою польотів визначається як сукупність заходів із застосування єдиного підходу до управління безпекою польотів, що передбачає оптимізацію організаційної структури, розподіл відповідальності між органами державної влади та суб'єктами авіаційної діяльності, визначення політики та експлуатаційних процедур щодо забезпечення безпеки польотів. Проблеми, пов'язані з підготовкою на належному рівні пілотів цивільної авіації, несуть загрозу безпеці польотів та можуть стати основним чинником, який стримує розвиток авіакомпаній. Тому важливим є саме професійний відбір кандидатів у пілоти [1].

У даній роботі було зосереджено увагу на медичному відборі. Так як велика увага надається комплексу медичних обстежень авіаційного персоналу, які проводяться в обсязі вимог стандарту здоров'я по визначенню фізіологічного стану органів і систем організму. Стандарт здоров'я визначається як сукупність констант фізіологічної функції органів і систем організму людини, яка приймається за вихідну при медичному огляді авіаційного персоналу. Встановлення відповідності показників фізіологічного стану органів і систем організму стандартові здоров'я є основним завданням медичної сертифікації при винесенні медичного висновку.

У процесі професійного медичного відбору кандидатів у пілоти виконують численні медичні обстеження і отримують великий обсяг медичної інформації. Дані щодо стану здоров'я зберігались в рукописних варіантах, Microsoft Excel. Постала проблема в складній та незручній обробці даних, тому виникла потреба в розробці єдиної БД.

Тому мета роботи полягала у розробці інформаційної моделі для збору, зберігання та обробки медичної інформації, необхідної для сертифікації кандидатів у пілоти.

Для досягнення мети роботи першочергово було створено базу даних, яка зберігає в собі інформацію про осіб, необхідні обстеження та їх результати.

База даних містить такі основні обстеження: нервово-психічного стану, обстеження органу зору, обстеження лор-органів, електроенцефалографічні обстеження, антропометричні, вестибулометричні, обстеження аналізу крові. Відповідна схема даних наведена на рис.1.

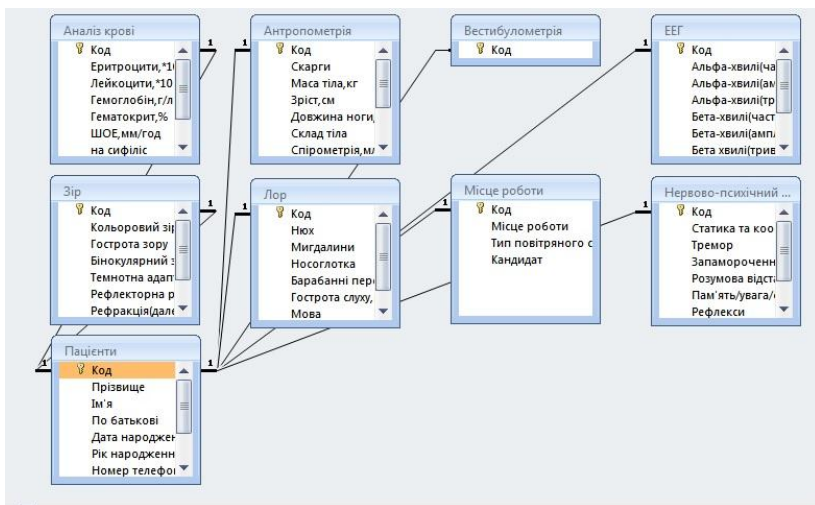


Рис.1 Схема даних основних обстежень

Кожне із обстежень має свої складові. Як, наприклад, антропометричне обстеження включає в себе: визначення маси тіла, зріст, довжину ноги, склад тіла, спірометрію, форму грудної клітини, дослідження лімфатичних залоз, щитовидної залози та черевної стінки. Після кожного з результатів обстеження, лікар ставить діагноз та вносить висновок [2]. На рис.2 представлений вигляд форми рішення ЛЛСК. Всі результати порівнюються з нормованими показниками. Надалі система відбирає кандидатів, чий показники відповідають всім вимогам, та хто відповідно до медичного відбору може відправитись в рейс [3].

РІШЕННЯ ЛЛСК " " _____ року

(назва ЛЛСК)

Прізвище: **Ауман**

Ім'я: **Артем**

По батькові: **Олегович**

Привід для сертифікації _____

Клінічний діагноз _____

Висновок комісії відповідно до вимог Правил і порядку медичної сертифікації авіаційного персоналу цивільної авіації України і осіб, які не належать до авіаційного персоналу _____

Голова ЛЛСК _____ (підпис)

Печатка ЛЛСК

Рис.2 Форма рішення ЛЛСК

Висновки

Таким чином, розроблено інформаційну модель, яка є зручною для збору, збереження та обробки медичної інформації при відборі кандидатів, що виконують фахові завдання. Дана модель може бути використана при сертифікації не тільки льотного складу, а і для відбору та контролю медичних параметрів диспетчерів [4]. Особливість бази, на основі якої виконана модель полягає у відповідності видів обстежень, форм їх представлення та зовнішньому вигляду висновків: нормативно-правовій базі, що діє на сьогоднішній день, а саме наказу «Про затвердження Правил медичного забезпечення і контролю польотів цивільної авіації України»[5].

Список літератури

1. Аналіз оцінки рівня безпеки польотів за 2009р./Журнал БП.-2009. – с.5.
2. Ударцева Т. Є. Працездатність авіаційних спеціалістів/ Т.Є.Ударцева : Монографія- К.: СлавутичДельфін, 2014-108с
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М., Медгиз, 1996.-254 с.
4. Doc. ICAO 4444 “Air Traffic Management”, vol. 3.2., June 2007 Y. Obbens, R. Bezemer “Workload: getting it to work” Hindsight magazine, Brussels, vol. 21, pp. 36-41, Summer 2015.
5. Наказ №920 від 05.12.2005 № 920 Про затвердження Правил медичного забезпечення і контролю польотів цивільної авіації України Міністерства транспорту України Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука, 1981. – 278

И.М. Сайдумаров, к.ф.-м.н., доцент, (Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан)

Способ дистанционной диагностики оборудования воздушного судна

Было рассмотрены задачи аппаратного, программного и метрологического обеспечения средств контроля и диагностирования технического состояния систем. Рассмотрены критерии и методика технико-экономического обоснования характеристик средств контроля, структурно-параметрического синтеза программ управления техническим состоянием динамических систем.

На воздушном судне устанавливается преобразователь сигналов ARINC-429 (стандарт бортового интерфейса) в оптический для передачи его в оптическую линию передачи данных. В функции преобразователя входит модуляция передаваемых и детектирование принимаемых данных.

Рабочая станция представляет собой персональный компьютер или планшет с установленным на нем программным обеспечением, а также оптический приемопередатчик, совместимый с интерфейсом персонального компьютера.

В функции рабочей станции входит инициализация тестов систем воздушного судна, подключенных к централизованной системе контроля параметров, прием и обработка результатов тестирования. Алгоритмы проведения тестов хранятся в централизованной системе контроля параметров.

В работе было применен атмосферной оптической системы передачи информации (атмосферной оптической линии связи- АОЛС) для осуществления дистанционной диагностики оборудования воздушного судна без вмешательства в работу служб таможенного оформления и сервисного обслуживания воздушного судна.

В исследовании достигался тем, что вместо УКВ-радиосвязи в качестве линии связи применяется АОЛС инфракрасного диапазона. Сопоставительный анализ с прототипами показывает, что заявленный способ диагностики с точки зрения его практического применения отличается тем, что для его осуществления не требуется получения разрешения от служб по контролю связи в аэропорту. Кроме того, цена инфракрасных систем передачи информации значительно ниже цены средств УКВ радиосвязи. Линия инфракрасной связи более защищена от перехвата, чем линия УКВ связи.

Вышеизложенное позволяет считать способ дистанционной диагностики оборудования воздушного судна при помощи атмосферной оптической линии связи новым, так как аналогичных способов не обнаружено. Таким образом, можно считать, что заявленный способ соответствует критерию изобретения «Новизна». Сравнение заявленного решения не только с прототипом, но и с другими техническими решениями в данной области техники позволяют сделать вывод о соответствии критерию «существенные отличия», так как описание такого способа для дистанционного контроля параметров оборудования воздушного судна в литературе отсутствует

Предлагаемый способ дистанционной диагностики проиллюстрирован на рис.1 и приведена функциональная схема предлагаемой системы дистанционной диагностики. Предлагаемый способ может применяться на любом воздушном судне, где установлена централизованная система контроля параметров (ЦСКП). Такая система в настоящее время установлена на всех типах воздушных судов, эксплуатируемых Национальной авиакомпанией «Узбекистон Хаво Йуллари» (AIRBUS-320, BOEING-757, BOEING-767).

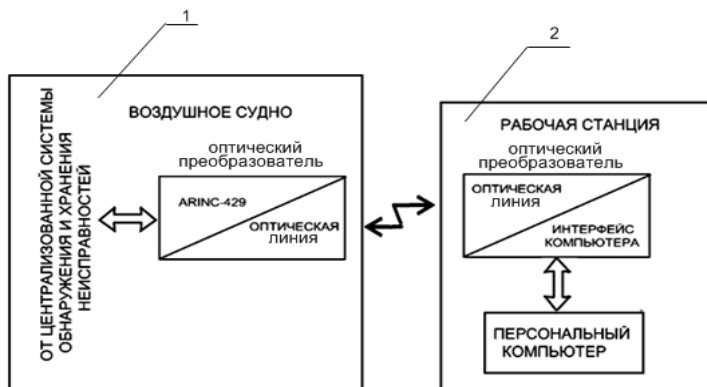


Рис.1. Общая структурная схема

Способ заключается в следующем. На воздушном судне устанавливается преобразователь сигналов ARINC-429 (стандарт бортового интерфейса) в оптический (1) для передачи его в оптическую линию передачи данных. В функции преобразователя входит модуляция передаваемых и детектирование принимаемых данных.

Рабочая станция (2) представляет собой персональный компьютер или планшет с установленным на нем программным обеспечением, а также оптический приемопередатчик, совместимый с интерфейсом персонального компьютера. В функции рабочей станции входит инициализация тестов систем ВС, подключенных к ЦСКП, прием и обработка результатов тестирования. Алгоритмы проведения тестов хранятся в ЦСКП.

Оптические сигналы, применяемые в предлагаемой оптической системе, соответствуют стандарту передачи данных IrDA [3].

Приемопередатчик бортового модуля дистанционной системы диагностики оборудования воздушного судна предлагается выполнить в сопряжении с наиболее распространенным в настоящее время интерфейсом USB 2.0. В качестве преобразователя сигнала ARINC 429 в формат USB 2.0 предлагается использовать переносной малогабаритный прибор ECE-0206-1C, выпускаемый компанией ЭЛКУС (Россия) [4].

Устройство ECE-0206 подключается к источникам и/или потребителям информации по стандарту ARINC 429 (ГОСТ 18977-79 и RTM1495-75) и может являться как имитатором приборов выдающих информацию, так и

устройством, обеспечивающим мониторинг и регистрацию данных по 4-м независимым входным каналам.

Все входные слова, приходящие по линиям ARINC 429, поступают на приемники соответствующих каналов (каналы №1-№4). Приемные каскады преобразуют сигнал от линии ARINC 429 в формат, понятный контроллеру входных/выходных каналов. Затем поступившие данные обрабатываются контроллером и передаются по локальной шине в буферную память контроллера USB. Дальнейшая выборка данных из буфера осуществляется по протоколу USB под управлением Хост контроллера ПК пользователя.

С учетом применения модуля ECE-0206 в качестве преобразователя сигнала из ARINC-429 в формат USB, предлагается развернутая структурная схема бортовой части дистанционной системы контроля представленная на рис.

Модуль ECE-0206 взаимодействует с ЦСКП по 6 каналам связи:

- 4 канала приема данных от ЦСКП
- 1 канал передачи данных в ЦСКП
- 1 канал передачи в ЦСКП разовых команд

Схема управления и буферизации данных предназначена для согласования и синхронизации данных, получаемых от рабочей станции или передаваемых в нее, с ЦСКП. Это необходимо в связи с тем, что к ЦСКП подключено множество систем, а количество каналов связи с модулем ECE-0206 ограничено, поэтому возникает необходимость временного хранения данных или команд, полученных от рабочей станции.

Схема бортового модуля предлагаемой системы дистанционного контроля параметров воздушного судна представлен на рис.2.

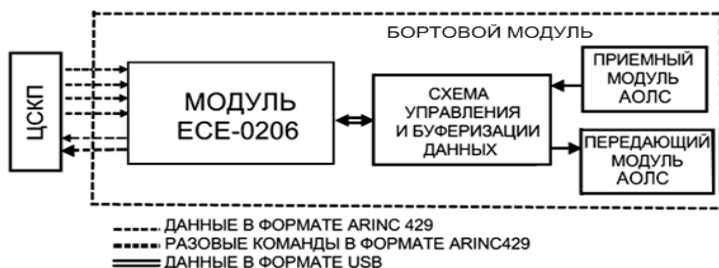


Рис.2. Схема бортового модуля

В функции передающего модуля входит модуляция данных оптическим сигналом, а в функции приемного модуля - их детектирование.

В качестве рабочей станции предложено использовать персональный компьютер с согласующим устройством. В качестве согласующего устройства предложено использовать комплект микроконтроллеров LZ85202 [5], преобразующих оптический сигнал, получаемый от бортового модуля, в USB формат.

Структурная схема рабочей станции приведена на рис.3.

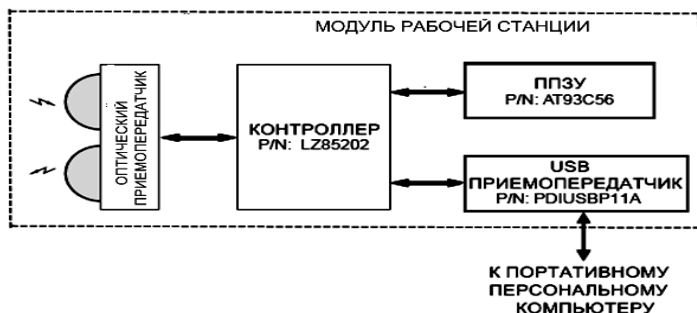


Рис.3. Схема рабочей станции

Оптический сигнал от бортового модуля поступает на оптический приемопередатчик, состоящий из приемника и передатчика. Затем производится обработка поступившего сигнала в контроллере и передача его в USB приемопередатчик, откуда он поступает на USB вход портативного персонального компьютера. Перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) предназначено для хранения программы работы устройства.

Применение предложенного способа дистанционной диагностики оборудования воздушного судна при помощи атмосферной оптической линии связи позволит повысить регулярность полетов, снизить задержки рейсов за счет экономии времени на проведении послеполетной диагностики одновременно с выполнением таможенных и организационных процедур на воздушном судне.

Список литературы

1. Описание системы AiRTHM (<https://www.iata.org/whatwedo/workgroups/Documents/MCC-2014-ATH/D2/1210-1250-realtime-health-monitoring-Airbus.pdf>.)
2. Журнал «Aerospace and Electronic Systems», IEEE Transactions on (Volume:33, Issue: 2), стр. 637-641.
3. Свод стандартов IrDA –сайт www.irda.org.
4. <http://www.elcus.ru/pribors.php?ID=ece-0206-1c>.
5. http://www.ece.ualberta.ca/~ee401/parts/data/IrDA_Control_Host.pdf.

Створення автоматизованого оцінювання психічного стану операторів екстремальних видів діяльності

Кафедрою БІКАМ реалізована методика професійного відбору операторів екстремального виду діяльності на основі застосування психічного тестування. Метою представлених досліджень є створення якісного програмного продукту для оцінювання психічного стану операторів екстремальних видів діяльності в процесі експерименту.

До складу операторів екстремальних видів діяльності відносяться працівники, виробнича діяльність яких реалізується в умовах дії факторів ризику оточуючого середовища. До таких факторів, наприклад, відносяться: занадто низький рівень температури повітря, різкі перепади тиску і багато інших. Фактори ризику негативно впливають на психічний і фізіологічний стан людини, що призводить до формування патологічних процесів в організмі.

На даний час оператори проходять багатетапне оцінювання психічного стану, що займає велику кількість часу і вимагає великі кошти для забезпечення необхідного рівня ефективності. Проте кінцевий результат оцінювання - часто відсутній, або є суб'єктивним. Для реалізації ефективного процесу методика оцінки психічного стану повинна бути побудована таким чином, щоб на оцінювання психічного стану відводився невеликий період часу. Так, як в сучасному світі існує потреба якісного і швидкого оцінювання психічного стану здоров'я операторів екстремальних видів діяльності.

Метою даної роботи є створення комп'ютеризованої програми оцінювання психічного стану операторів екстремальних видів діяльності, що збільшить ефективність, швидкість та якість визначення психічного стану лікарями.

Розроблена та впроваджена на кафедрі методика оцінювання психічного стану операторів екстремальних видів діяльності включала групування за типом темпераменту, що дозволяла виділити схожі психофізіологічні показники, які притаманні однаковим групам операторів [1,2]. Для збільшення інформативності результатів пропонується додати до психологічного дослідження оцінювання показників ригідності, визначення провідного типу сприйняття, визначення потреб гострих (небезпечних) відчуттів та реєстрації психосоматичних скарг, що дадуть додаткову інформацію про психічний стан антарктичного зимівника в екстремальних умовах. Всі вище перераховані психічні параметри знаходяться за допомогою п'яти тестів: тест Айзенка, Томський опитувальник ригідності, тест Ефремцева, Гісенський опитувальник та тест Цукермана.

Комп'ютеризована програма оцінювання психічного стану антарктичних зимівників реалізована в програмному середовищі MatLab. Matlab - це високо рівнева мова і інтерактивне середовище для програмування, чисельних розрахунків і візуалізації результатів. До складу Matlab входить середовище

GUIDE для створення додатків з графічним інтерфейсом користувача. Робота в цьому середовищі досить проста - елементи управління (кнопки, списки, що розкриваються і т.д.) розміщуються за допомогою миші, а потім програмуються події, які виникають при зверненні користувача до даних елементів управління.

Основною перевагою системи MATLAB є її відкритість. Іншими словами, процедури і функції MATLAB можна не тільки використовувати, але і модифікувати. Користувач має можливість вводити в систему нові команди або функції, створювати власні програми і процедури або адаптувати існуючі процедури відповідно до своїх потреб. Цьому сприяє проста вбудована мова програмування системи MATLAB. Проте набір вбудованих функцій MATLAB настільки обширний, що для розв'язання більшості завдань важко не знайти відповідну функцію.

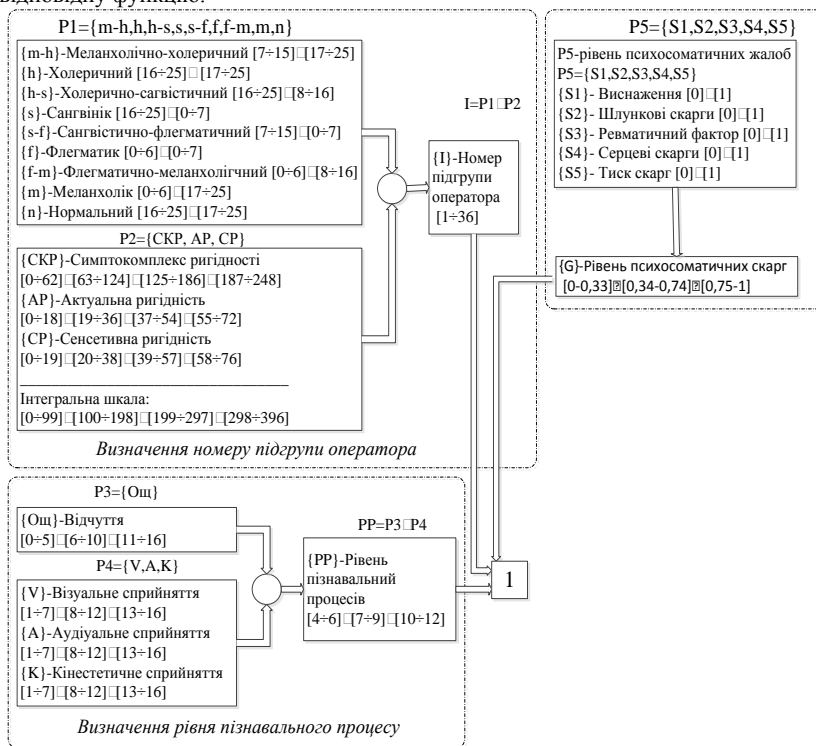


Рис.1. Визначення інтегрального показника

На основі результатів психічних тестів автоматично розраховується інтегральний показник рівня адаптаційних можливостей операторів, який характеризує рівень усвідомлення себе у екстремальному навколишньому середовищі. Розрахований інтегральний показник (рис.1.) варіюється в межах від 0 до 1, (інтерпретація за допомогою шкали Харінгтона) де 1 - це високий

показник адаптаційних можливостей оператора. Комп'ютеризована програма дозволяє швидко, якісно та ефективно оцінити психічний стан операторів екстремальних видів діяльності, а результати дослідження можуть використовуватися медичними працівниками для прогнозування формування патологічних процесів в організмі. Інформаційна система реєстрації та збереження психічних показників організму операторів у базі даних дозволить зробити висновки та заключення, щодо психічного стану операторів.

Створена комп'ютеризована програма оцінювання психічного стану має, необхідну для прийняття, згоду на обробку, зберігання та аналіз персональних даних. Так як дані збираються і можуть бути використанні в наступних дослідженнях. Також існує кнопка «відкриття файлу», де можна вибрати та переглянути минулі результати дослідження, які зберігаються в текстовому форматі txt. Зчитати цей файл може лише ця створена програма, при відкритті файлу звичайним способом- у змісті файлу будуть кодовані значені, які людина розібрати не може.

Комп'ютерне тестування завдяки високій швидкості аналізу й переробки даних змінили майже всі етапи тестування - від створення тесту до його застосування, підрахунку показників, реєстрації й інтерпретації.

Основними недоліками при комп'ютеризації тестування можна виділити наступне :

1. Небезпека автоматичних помилок
2. Втрата індивідуального підходу, "стресогенність"
3. Втрата індивідуального підходу, "репродуктивність"

Бездушний і формалізований характер процедури тестування, звичайно, обертається тим, що випробуваний позбавляється відчуття того, що психолог зацікавлений в ньому особисто, в тому, щоб допомогти йому. Діалогічні методи (бесіда, гра і т.п.) в цьому плані мають безсумнівні переваги: безпосередньо спілкуючись з випробуваним, кваліфікований психолог може встановити довірчий контакт, проявити персональна участь, створити атмосферу, яка знімає напругу і захист.

Таблиця 1.
Порівняння часу проходження оцінювання

Тест	Час проходження		Різниця в часі
	На папері	На комп'ютері	
Тест Єфремцева	10 хвилин	5 хвилин	5 хвилин
Тест Цукермана	10 хвилин	5 хвилин	5 хвилин
Тест Гісенський	10 хвилин	7 хвилин	3 хвилин
Тест Айзенка	15 хвилин	12 хвилин	3 хвилин
Опитувальник Зелевського	20 хвилин	15 хвилин	5 хвилин
Всього	65 хвилин	44 хвилин	21 хвилин

В результаті комп'ютеризації підвищуються всі параметри тестування (наприклад, при адаптивному комп'ютерному тестуванні різко скорочується час тестування). Комп'ютеризація оцінювання психічного стану- це потужний інструмент забезпечення інформаційної безпеки (достовірності діагностики).

Таблиця 2.
Порівняння часу аналізу оцінювання

Тест	Час обробки даних		Різниця в часі
	На папері	На комп'ютері	
Тест Єфремцева	45 хвилин	1 хвилина	44 хвилин
Тест Цукермана	30 хвилин	1 хвилина	29 хвилин
Тест Гісенський	30 хвилин	1 хвилина	29 хвилин
Тест Айзенка	45 хвилин	1 хвилина	44хвилин
Опитувальник Зелевського	150 хвилин	1 хвилина	149 хвилин
Всього	300 хвилин	5 хвилин	295 хвилин

Висновок

Отримані результати досліджень зберігаються в розробленій базі даних MySQL, яка дозволяє реалізувати сучасні елементи захисту інформації. За допомогою створеної комп'ютерної програми оцінювання психічного стану час тестування в порівнянні з паперовим варіантом зменшився в середньому на 20 хвилин, а час обробки результатів зменшився на 5 годин. Таким чином, в ході дослідження було підвищено ефективність, якість та швидкість оцінювання психічного стану за допомогою створення комп'ютеризованої програми.

Список використаної літератури

1. Кузовик В. Д. Методика планування експериментальних досліджень психофізіологічного стану головного мозку / В. Д. Кузовик, А. Д. Гордєєв // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2014. - № 1. - С. 174-181. – ISSN 2225-7551. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcndtn_2014_1_28.
2. Кузовик В. Д. Діагностика і прогнозування психофізіологічного стану операторів екстремальних видів діяльності / В. Д. Кузовик, А. Д. Гордєєв // журнал «Клінічна інформатика і Телемедицина». – Т. 10 (11), 2014. – С. 18-19. – ISSN 1812-7231. – Режим доступу:

С.Ф. Филоненко, д. т.н, профессор,
О.В. Зарицкий, к.т.н., Б.И. Аникиенко, с.н.с.
(Национальный авиационный университет, Украина)

Контроль неравномерности свойств обрабатываемого композита на акустическую эмиссию

Рассмотрены теоретические и экспериментальные сигналы акустической эмиссии при изменении неравномерности свойств обрабатываемого композиционного материала. Показана возможность использования обработки среднего уровня амплитуды для контроля свойств обрабатываемого композита.

Композиционные материалы (КМ) имеют широкое применение в изделиях авиационной техники. При изготовлении изделий из КМ используются различные виды механической обработки – точение, сверление, фрезерование, шлифование. Их применение обуславливает необходимость оптимизации параметров технологических процессов, а так же разработки методов контроля, мониторинга и управления данными процессами.

При исследовании технологических процессов механической обработки КМ используются различные методы, включая и метод акустической эмиссии [1]. Применение метода АЭ основано на его высокой чувствительности к внутренним процессам, происходящим в структуре материалов при его деформировании и разрушении. Регистрируемые сигналы АЭ являются динамическим отображением данных процессов, что позволяет получать значительные объемы информации о протекающих процессах на всех уровнях (субмикро, микро и макро уровнях). Однако это приводит к проблеме идентификации протекающих процессов и интерпретации регистрируемой информации. Результаты опубликованных исследований показывают сложный характер акустического излучения, которое представляет собой непрерывное излучение [2, 3]. В процессе механической обработки КМ наблюдается изменение параметров АЭ, что обусловлено изменением условий взаимодействия обрабатываемого и обрабатывающего КМ. При этом на АЭ влияет большое количество факторов, к которым относятся технологические факторы и физико-механические характеристики КМ.

Исследованию влияния технологических факторов на АЭ при механической обработке КМ посвящено большое количество экспериментальных работ [3, 4]. Результаты исследований позволили определить ряд зависимостей изменения параметров АЭ при изменении технологических факторов. Однако полученные зависимости имеют сложный характер изменения, являются не стабильными, а некоторые из них противоречат друг другу. Это затрудняет интерпретацию полученных результатов и их использование для контроля, мониторинга и управления технологическими процессами.

Результаты экспериментальных исследований так же показывают, что

даже на участках некоторой стабильности акустического излучения, на регистрируемых сигналах АЭ наблюдаются выбросы амплитуды (падение или возрастание их значений). Такое изменение амплитуды сигналов АЭ может быть обусловлено не стабильностью или неравномерностью свойств обрабатываемого КМ.

Теоретические исследования АЭ при изменении дисперсности свойств КМ для механической модели разрушения поверхностного слоя КМ рассмотрены в работах [5, 6]. Исследования основывались на том, что, согласно существующим представлениям, при отсутствии износа обрабатываемого материала, процесс разрушения поверхностного слоя обрабатываемого КМ представляет процесс последовательного разрушения его элементарных площадок. При этом разрушение каждой площадки сопровождается формированием одиночного импульсного сигнала АЭ. Последовательность импульсных сигналов АЭ во времени формирует результирующий сигнал в виде

$$U_p(t) = \sum_j U_j(t - t_j), \quad (1)$$

где $t_j = j\Delta t_j \pm \delta$ - моменты времени появления импульсных сигналов АЭ, которые, возникают при разрушении j -ых площадок КМ; Δt_j - временной интервал между началом формирования последующего импульсного сигнала АЭ по отношению к предыдущему; $j = 0, \dots, n$ - количество последовательных разрушаемых площадок КМ; δ - случайная составляющая в моменте времени появления последующего импульсного сигнала АЭ.

Случайная составляющая δ обусловлена возможной нестабильностью скорости вращения детали, скорости продольной подачи обрабатываемого материала и другими параметрами, т.е. параметров которые влияют на длительность процесса разрушения площадок КМ, и, соответственно, длительность формируемых импульсных сигналов АЭ.

Для преобладающего механического разрушения поверхностного слоя КМ импульсный сигнал АЭ U_j описывается выражением вида

$$U_j(t) = u_0 t \alpha \chi e^{r\alpha t} e^{-\frac{u_0}{r\alpha} (e^{r\alpha t} - 1)}, \quad (2)$$

где u_0 - максимально упругое смещение при мгновенном разрушении заданной площади КМ, состоящей из N_0 одиночных элементов (определяют площадь разрушения и связаны с глубиной резания); α - скорость нагружения КМ; u_0 - параметр, определяемый физико-механическими характеристиками КМ; r - параметр, характеризующий дисперсность (неравномерность) свойств КМ (возрастание параметра характеризует уменьшение дисперсности свойств КМ); t - текущее время.

Моделирование сигналов АЭ, согласно (1), с учетом (2), при

постоянстве параметров α , u_0 , N_0 и изменении параметра r показало следующее. При возрастании значения параметра r не влияет на изменение характера акустического излучения, а приводит к возрастанию среднего уровня амплитуды сигнала АЭ и величины его разброса (рис. 1).

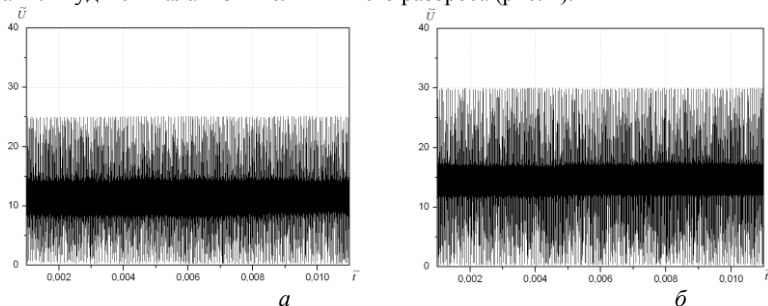


Рис.1. Изменение амплитуд сигналов АЭ в относительных единицах при механической обработке КМ для преобладающего механического разрушения его поверхностного слоя. Параметры моделирования: $\tilde{u}_0 = 100000$; $\tilde{\alpha} = 20$. Значение \tilde{r} в относительных единицах: $a - \tilde{r} = 10000$; $b - \tilde{r} = 22000$

При этом зависимость возрастания среднего уровня амплитуды АЭ при уменьшении дисперсности свойств КМ хорошо описывается выражением вида

$$\tilde{U} = a + b \cdot \tilde{r}, \quad (3)$$

где а и b – коэффициенты аппроксимирующего выражения.

Значения коэффициентов а и b аппроксимирующего выражения равны:

$a = 9,593$, $b = 1,953 \cdot 10^{-4}$, а коэффициент корреляции R равен: $R = 0,99812$.

Экспериментальные исследования АЭ при точении силумина инструментом из КМ (АТР) показали следующее. При заданных технологических параметрах механической обработки (скорость вращения детали - 1330 хв-1, продольная подача инструмента из КМ - 0,1 мм/об, глубина резания - 0,1 мм) и заданных физико-механических характеристиках обрабатываемого КМ (НВ 90) сигнал АЭ является непрерывным сигналом с сильно изрезанной формой (рис. 2). При стабильности технологических параметров механической обработки регистрируемый сигнал АЭ имеет стабильное значение среднего уровня амплитуды и величины его разброса. Однако, как показали исследования, на некоторых проходах резца при механической обработке заготовки на регистрируемом сигнале АЭ наблюдаются выбросы амплитуды в сторону увеличения (рис. 3) или в сторону уменьшения. Исследования поверхности обрабатываемой детали вдоль образующей в области выброса амплитуды АЭ (рис. 3) (зона определяется по времени обработки) с измерением твердости твердомером ТД-42 показали, что наблюдается небольшая область на заготовке, средняя твердость которой составляет НВ-92. Усреднение проводили по результатам измерения 50 значений твердости.

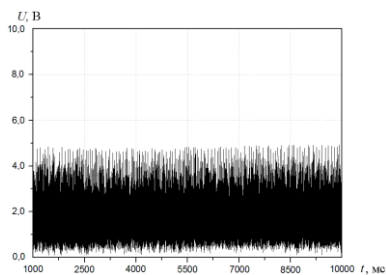


Рис. 2. Фрагмент регистрируемого экспериментального сигнала АЭ

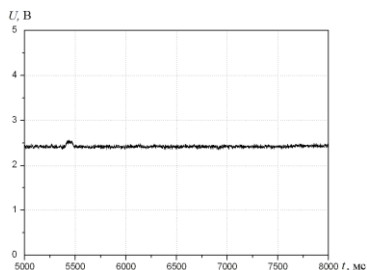


Рис. 3. Выброс амплитуды на фрагменте сигнала АЭ

Выводы

В работе проведены исследования сигналов АЭ при механической обработке КМ для случая изменения неравномерности его свойств. Показано влияние дисперсности свойств КМ на амплитуду сигнала АЭ. Экспериментальные исследования показали, что возрастание твердости заготовки приводит к появлению выбросов амплитуды на регистрируемом сигнале АЭ. Результаты исследований могут быть использованы при контроле характеристик обрабатываемого КМ в процессе механической обработки.

Список литературы

1. Câmara M.A. State of the Art on Micromilling of Materials, a Review /M.A. Câmara, J.C. Campos Rubio, A.M. Abrão, J.P. Davim// J. Mater. Sci. Technol.-2012.-V.28(8).-P.673-685.
2. Qin F. Delamination wear of nano-diamond coated cutting tools in composite machining/F. Qin, J. Hu, Y.K. Chou, R.G. Thompson//Wear.-2009.-v.267.-P.991-995
3. Fadare D.A. Influence of cutting parameters and tool wear on acoustic emission signal in high-speed turning of Ti-6Al-4V Alloy/D.A. Fadare, W.F. Sales, J. Bonney,E.O. Ezugwu//Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences.-2012.-V. 3.-No 3.-P.547-555
4. Mukhopadhyay C. K. Statistical analysis of acoustic emission signals generated during turning of a metal matrix composite/ C. K. Mukhopadhyay , T. Jayakumar, B. Raj, S. Venugopal// J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. and Eng.-2012.-Vol.34.-No.2.-P.145-154
5. Filonenko S.F. The connection of acoustic emission with a properties dispersion of composite material machining /S.F. Filonenko// Proceedings of the National Aviation University.-2015.-N3 (64).-P. 105–110.
6. Филоненко С.Ф. Влияние дисперсности свойств композита на акустическое излучение при механическом разрушении поверхностного слоя /С.Ф. Филоненко//Технологические системы.-2015.-№3(72).-С.109-115.

H.B.Mirzokulov (Samarkand branch of the Tashkent University of Information Technologies, Uzbekistan)

B.Akmuradov (Tashkent University of Information Technologies, Uzbekistan)

Developing model for traffic classification with DPI technologies

In solving many problems with traffic classification in data networks have to deal with the problem of the choice of method. Accounting for these uncertainties in practical problems and its implementation as the automation of a process is an urgent problem today. Studied the most commonly used classification methods, created a simulation model classifies traffic according to several parameters.

As the experience of the leading service providers, the best solution of this task is to manage customer traffic at the application level. The method is based on deep packet inspection technology (Deep Packet Inspection), which allows the heuristic or signature analysis to identify the traffic of different applications.

Deep packet inspection (DPI) builds on earlier networking capabilities that afforded more limited insight into the contents of what Internet subscribers were receiving and transmitting. DPI appliances can be programmed to analyze and act on header and payload information in real time, often in such a way that it is not apparent to subscribers that their network operator is monitoring, mediating, or modifying data transmissions. The capacity to act on data transmissions in such a totalizing way makes the technology capable of adapting to a series of different use cases and associated practices. These appliances can be used to moderate the flow of certain kinds of traffic, such as those linked with voice over Internet protocol or peer-to-peer transmissions, or they can intentionally identify and block traffic linking those kinds of services.

Traffic classification with DPI technologies is a preliminary and essential step for achieving stable network service provision and efficient network resource management. In this dissertation work, we describe various design options to improve the processing speed of traffic classification in designing a payload signature-based classification system, and we describe choices we made for designing our traffic classification system.

Deep Packet Inspection (DPI) is the state-of-the-art technology for traffic classification. According to the conventional wisdom, DPI is the most accurate classification technique. Consequently, most popular products, either commercial or open- source, rely on some sort of DPI for traffic classification. However, the actual performance of DPI is still unclear to the research community, since the lack of public datasets prevent the comparison and reproducibility of their results. This paper presents a comprehensive comparison of 6 well-known DPI tools, which are commonly used in the traffic classification literature. Our study includes 2 commercial products (*PACE* and *NBAR*) and 4 open-source tools (*OpenDPI*, *L7-filter*, *nDPI*, and *Libprotoident*). We studied their performance in various scenarios (including packet and flow truncation) and at different classification levels (application protocol, application and web service). We carefully built a labeled

dataset with more than 750 K flows, which contains traffic from popular applications. We used the Volunteer-Based System (VBS), developed at Aalborg University, to guarantee the correct labeling of the dataset. We released this dataset, including full packet payloads, to the research community. We believe this dataset could become a common benchmark for the comparison and validation of network traffic classifiers. Our results present *PACE*, a commercial tool, as the most accurate solution. Surprisingly, we find that some open-source tools, such as *nDPI* and *Libprotoident*, also achieve very high accuracy.

Network communication became the standard way of exchanging information between applications located on different hosts. The exchanged application-layer data is segmented and encapsulated into IP packets, which are transmitted through the network. Deep Packet Inspection (DPI) tools analyze the content of the packets by searching for specific patterns (i.e., signatures). Thus, DPI became one of the fundamental traffic analysis methods for many tools performing traffic classification, network management, intrusion detection, and network forensics.

Table 1: DPI tools included in our comparison

Name	Version	Released	Apps. identified
PACE	1.47.2	November 2013	1000
OpenDPI	1.3.0	June 2011	100
nDPI	Rev. 7543	April 2014	170
L7-filter	2009.05.28	May 2009	110
Libprotoident	2.0.7	November 2013	250
NBAR	15.2(4)M2	November 2012	85

TCP/IP Traffic Classification Based on Port Numbers. A new approach called TCP/IP Traffic Classification Based on Port Numbers is presented here. This approach is primarily based on the correlation between the transport layer’s port number and the corresponding application or group of applications. We further suggest that advanced classification models are used in combination with the port number based traffic classification. Future routers can provide different quality of service (QoS) to flows depending on the port number or range of port numbers they are using. A combination of multiple characteristics enables a router to select real-time flows and handle them with a higher priority. The hit-rate can be increased by using additional characteristics such as packet interarrival time distribution and packet size distribution in addition to the port numbers. Measurements of real-world traffic show the percentage of Internet traffic.

While IP addresses determine the physical endpoints of a network connection, port numbers determine the logical endpoints of the connection. Port numbers are 16-bit integers with a useful range from 1 to 65535.

Traffic Classification Methodology using PSS Signature. In this section, we describe the proposed traffic classification method after defining PSS and describing PSS characteristics to distinguish application traffic. In order to classify application traffic, PSS signatures that are unique to each application are necessary. We define PSS signature mathematically and propose PSS signature generation

method. After that, we describe the traffic classification method based on the PSS signatures. In this paper, PSS signatures are generated per individual application instead of application protocol. It can be utilized in a broad range of fields in comparison with previous methods that classify traffic into application protocol.

Traffic classification with Payload-based algorithms. This category includes all the classifying methods that need to access application layer payload to work. It is quite intuitive that if we can inspect application layer payload we can gain information about the protocol transported and therefore we can identify the type of traffic. But how to do that is the hard part. First of all we need some general considerations; usually an application protocol can be identified by reading application layer payloads from the first phases of a network transaction. For example, if we obtain a payload like this we can easily classify the session as HTTP traffic. So we do not need to inspect each packet of the flow for classifying. Usually the first request/response packet pair of a session is sufficient to classify the whole session. We can state that the first phases of any traffic flow are critical for payload-based algorithm.

Algorithm classification process is presented in Fig. 1. The algorithm consists of the following traffic data consisting of payload data and error data, whereby there is an attack on the communications system.

Our main goal is to identify the payload traffic. The next component is the virtual memory buffer, where packets are queued until the next phase of the device employed. Since the buffer data packets are sent straight to the traffic classifier where they are classified by three parameters of a data packet on the port number, the size of the payload and the signature of the package. That requirement is satisfied if the data packet is sent to the next stage where it is queued in the buffer and is serviced by the following devices (delay).

Using this algorithm we are in an environment simulation Any Logic 6.4.1 create a model of which is presented in Fig. 2.

After all these settings, we can conduct a simulation of the system and get the simulation results. Simulation results are shown in Fig. 3.

Simulation results showed that the model works and the traffic data network are classified and distributed. The number of packets out-of element Source, is the number of packets received by the Sink element. From the first classifier out packets with different port number that does not satisfy the conditions in this particular case.

From the simulation model can be seen that as a result of traffic classification in the first place to save resources for maintenance, in the second service system is protected from threats and attacks, the third request processing takes less time. Accordingly submission service rate increases, and the degree of vulnerability of the service system grows at times.

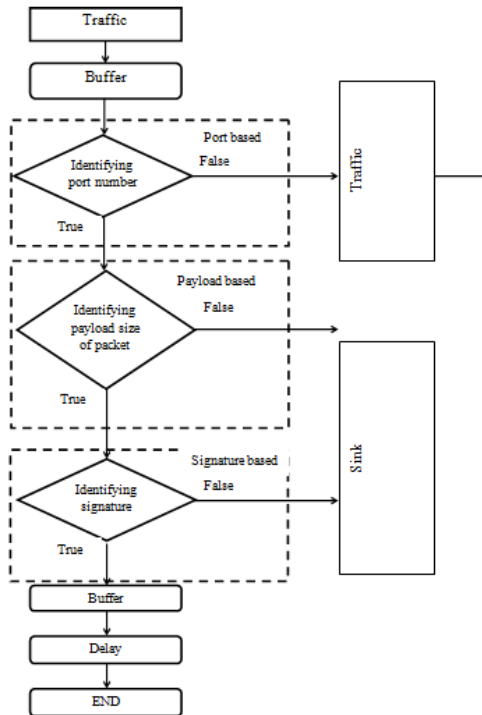


Fig. 1. Algorithm of traffic classification

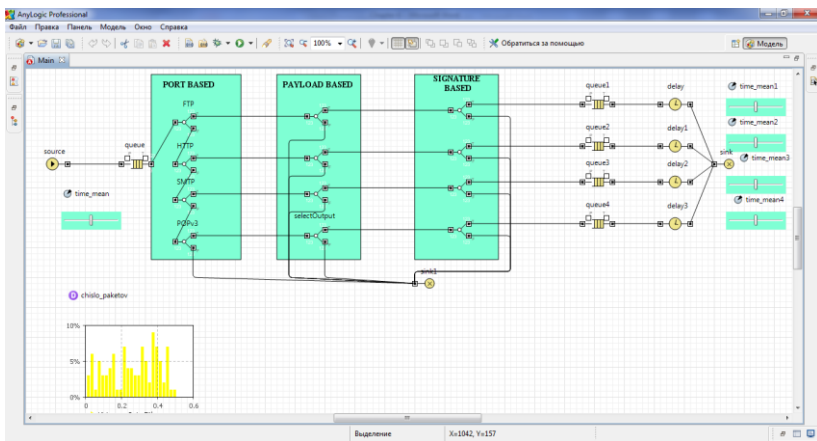


Fig. 2. Traffic classification model

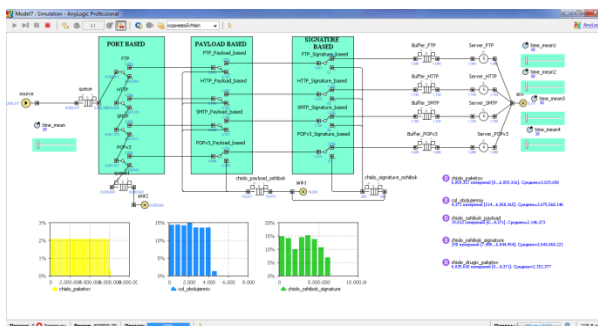


Fig. 3. The results of the simulation model of the classifier

- D** chislo_paketov
6,059,317 измнений [0...6,059,316]. Среднее=3,029,658
- D** col_obsluzhennix
4,371 измнений [214...6,058,365]. Среднее=3,075,568.146
- D** chislo_oshibok_payload
19,013 измнений [0...4,371]. Среднее=2,146.373
- D** chislo_oshibok_signature
290 измнений [7,498...6,044,954]. Среднее=3,043,068.221
- D** chislo_drugix_paketov
6,035,543 измнений [0...4,371]. Среднее=2,152.377

Fig. 4. Results of simulation

The traffic classification based on DPI technology has shown good results in terms of accuracy and reliability. Applications coming in for servicing device are reduced at times, it provides a fast service system works. During classification identifies and removes the threat, which provides additional protection.

References

1. Tomasz Bujlow, Valentín Carela-Español, Pere Barlet-Ros. "Independent Comparison of Popular DPI Tools for Traffic Classification". Computer Networks, 2014.
2. M. Zhang, H. Zhang, B. Zhang, and G. Lu. Encrypted Traffic Classification Based on an Improved Clustering Algorithm. In Trustworthy Computing and Services, volume 320 of Communications in Computer and Information Science, Berlin, 2013.
3. Alshammari R. and Zincir-Heywood A.N. Can encrypted traffic be identified without port numbers, IP addresses and payload inspection? Computer Networks, 2011.
4. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1", Addison-Wesley, Reading, MA, 1994.

*T. Shmelova, DoS, D. Kucherov, DoS, Yu.N. Kovalyov, DoS
(National Aviation University, Ukraine),*

O.S. Sechko, Neurosurgeon, (Uzhhorod National University, Ukraine),

M.V. Vasyliiev, engineer of computer systems (Mironivsky Hliboproduct, Ukraine)

Algorithm of human's emotional diagnosing and monitoring

The process of human state monitoring can be presented as control system, which include object of control - human-operator (H-O), control subsystem and feedback; allows exploring the control process of complex system by the known methods. Monitoring of H-O current emotional state and diagnostics of emotional experience deformation in the form of transition to dangerous types of H-O activity (reasonable or emotional) in extreme situations and determining the functional stability of H-O will allow time to prevent the development of situation.

The nature of the operator's work depends on the dynamic properties of the control object. The life of people filled with different events, one way or another involve changes to the mental and emotional state. The manifestations of mental and emotional states can be both positive and negative. The negative consequence considered burnout syndrome. This state is the most dangerous because it can lead to economic losses and irreversible consequences in their professional activities. So, at the European Conference of the World Health Organization, held in 2005, it noted that the cost of solving the problems of mental and emotional state of the working people of the European Union amounts to 3-4% of gross national income [1].

Burnout syndrome faced by people whose work takes place under conditions of constant stress and responsibility for a life another people, namely, military personnel, pilots, astronauts, medical professionals, teachers, social workers.

The main reason of burnout considered a psychological, mental super fatigue. This occurs when the requirements (internal and external) for a long time dominated over resources (internal and external) a human equilibrium is disturbed, which inevitably leads to a syndrome of mental and emotional burnout. The connection of the identified changes to the nature of the professional activities involving responsibility for the fate, health and lives of people is set. These changes interpreted as the result of exposure to prolonged occupational stress.

Researches in worldwide practice to determine changes in the emotional state of H-O are mostly held by direct measurements of physiological characteristics, such as heart rate, blood pressure, tremors of hands, perspiration, changes in iris, etc., which are applying the appropriate medical equipment, sensors [2, 3]. Research of operator's activity in the complex system gave opportunity to calculate the physiological properties of human activity in real time [4; 5]. The system for monitoring the current emotional state of Human-Operator (H-O) (pilot) and diagnostics strains emotional experience as transitions to dangerous types of H-O (reasonable or emotional) in extreme situations and determining the functional stability of H-O for the prediction of the flight situation were developed by authors [6, 7]. The intellectual automated control system (IACS) is proposed to monitor the

human condition in medicine, training of athletes, treatment of people and automatic monitoring of individuals who are in dangerous environments, etc. The essence of control system in terms of prints of handling conditions is establishing and description of the relationships and interdependencies between the essential factors, parameters and characteristics of control device (CD) and CO (H-O) [8]. Such studies of the H-O physical condition have practical value, but it is difficult to obtain measurements of actual emotional state H-O during execution of professional duties, particularly in aviation. The results was obtained the real characteristics of the emotional state of H-O without interference in ergonomic conditions of operator activity [6-8].

The purpose of the researches are to development of the algorithms of human psycho-emotional diagnosing and monitoring; modeling, analysis and synthesis IACS by the algorithms.

Algorithm of human's emotional diagnosing and monitoring

1. Definition of "phase portrait" D_0 of H-O - diagnosis of normal condition by characteristics of performance, movement, communication for time t_0 .

2. Introduction into circuit IACS of human parameters and real-time monitoring of human condition for time t_i .

3. Monitoring of current emotional state of H-O and diagnostics emotional deformations in the transitions to dangerous types of H-O activities D_i ($|D_i - D_0| \geq \alpha$) and determining the functional stability of H-O.

4. Analysis of i - IACS "CD – H-O" (current condition) for time t_i for using analysis of variance obtained from spontaneous models (optimal), emotional and reasonable types of activity H-O.

a. Determination of system IACS "CD – H-O" stability.

b. Determination of area of system IACS "CD – H-O" stability.

c. In case of violation of system IACS "CD – H-O" stability, system correction is required.

d. Determination of characteristics of links for human condition correction.

5. Synthesis of new corrected system $(i+1)$ IACS "CD – H-O".

6. Analysis of new system IACS "CD – H-O" (current human condition) for time t_{i+1} .

For testing single system approach to the researching of polyergatic systems it is advisable all diversity of management systems to reduce to several typical systems, in which main elements are distinguished, and it's functioning should be estimated during investigation of any system. Using dynamic modeling method for solving the problems of complex technical ergatic systems maintenance can lead to exactly the same models. The approach lies in construction of the system of equations, which describing CO, H-O equations of automatic control system (ACS), analysis of control system (CS) for the stability, synthesis of new reliable system [9-11].

The IACS "CD–H" – could be displayed by following functional diagram (Fig. 1), which reflects activity DHO in case of H condition monitoring, i.e. during changes of blood pressure H - $\Psi\phi$.

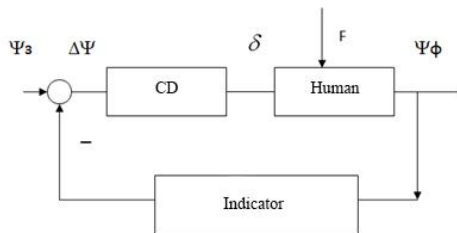


Fig 1. Functional diagram of IACS “Control device (CD) – H”

During identification with the help of indicators of deviation $\Delta\Psi$ ($\Delta\Psi = \Psi\phi - \Psi_3$) actual blood pressure $\Psi\phi$ from defined pressure Ψ_3 of H, CD (or H-O (Doctor)) relevant information is analyzing and controlling action is defined δ until deviation $\Delta\Psi$ disappears. Was obtained of system IACS “CD – H-O” stability for using criteria: Mikhailov, Nyquist, Hurwitz and area of stability for all coefficients and constants.

It is proposed to evaluate move of assessment of the pilot is piloting parameters (deviation ailerons, rudder direction, etc.) and negotiations on the flight deck, i.e. communications between the pilot and controller because its more available for investigation are piloting parameters [9, 10]. The pace and range of motion of the pilot during controlling the air vehicle that changes with increasing emotional stress is an indicator of emotional state. Identification of the current emotional state of the operator is based on analysis of variance obtained from spontaneous, emotional or sensible (phase portraits) types of activity H-O for using dispersion analysis and determine of stability for using Nyquist criterion (fig.2).

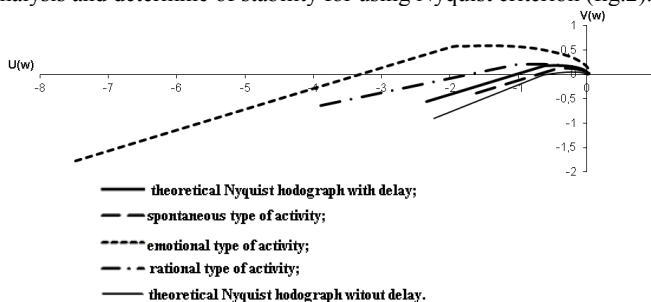


Fig. 2. Nyquist hodograph to diagnose the emotional state of H-O and definition of stability ANS during deformation emotional experience

The calculated limits of the dispersion of different types of aeronautical system H-O activity are given in Table 1. If the variance takes the value more than defined, indicating changes in the emotional state of the pilot, that requires the relevant consideration. The second option requires consideration of points on graphs as two-dimensional projections of random vectors and their distribution on the plane. The density of the random variable X :

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dy = \int_{-\infty}^{\infty} \{f(x, y) dy\} dx$$

Table 1.

Identification of emotional state

Type of activity	Random variable distribution center		The calculation of variance			
	X_0	Y_0	$M(d^2)$	$M^2(d)$	D	Boundaries D when $n = 100$
Spontaneous	0,61	0,01	1,62	0,87	0,74	0,60–0,91
Emotional	1,31	-1,25	11,87	10,06	1,81	1,41–2,24
Reasonable	2,11	0,03	4,81	2,67	2,14	1,51–2,32

It is planned to define system of indicators of physiological and psychological human comfort from the position of theory of *self-organization of complex systems* [11], and to investigate practical usage in the fields of medicine, psychology [12], design [11 - 13] and aviation [10]

Thus, the registrar of mental and emotional state of a person is a device, which based on learning the body's reaction to the typical actions and its compares with the reference values. Benchmarking is obtained by long time observation of certain categories of persons with well-known psycho-emotional state. The device has a display device that displays the measurement results that can be compared with typical values indicate the current state or the degree of deviation from the norm. Orienting the software on a specific operating software platform its capabilities can be extended with comments and recommendations. The diagram USE-CASE, Fig. 3, can represent the main scenario of interaction between the device and the user of the computer.

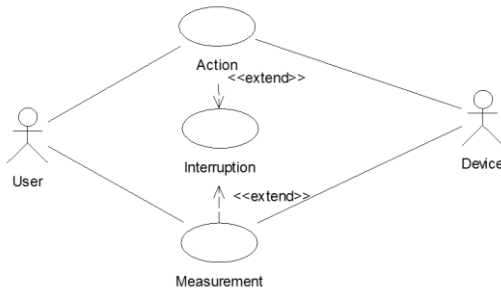


Fig. 3. Main scenario for processing of measurement results

Operation «interruption» needed for restoration or change person state throughout some time [14].

Full control of the psycho-emotional state now for them is impossible. Thus, the registrar of mental and emotional state of a person is a device, which based on

learning the body's reaction to the typical actions and its compares with the reference values. Benchmarking is obtained by long time observation of certain categories of persons with well-known psycho-emotional state. The device has a display device that displays the measurement results that can be compared with typical values indicate the current state or the degree of deviation from the norm. Orienting the software on a specific operating software platform its capabilities can be extended with comments and recommendations.

In case of presentation IACS as socio-technical systems it is possible to diagnose, monitor and control of the human condition during the performance of professional activities; the system of monitoring the emotional condition of operator caused by environmental influences (occurrence of a non-standard in-flight situation, accident, psycho-emotional stress) with the definition of relevant stability has been offered. It is planned to define system of indicators of physiological and psychological human comfort from the position of theory of self-organization of complex systems, and to investigate practical usage in the fields of medicine, psychology, aviation and design [15].

Conclusion

Monitoring of current emotional state of H-O and diagnostics emotional experience deformations in the forms of transitions to dangerous types of H-O activities (reasonable or emotional) in extreme situations and determining the functional stability of H-O will allow timely prevent the situation towards worsening. The proposed method allows diagnose and predict possible human-operator actions in emergency situations. This method can have a significant interest for operators seeking to achieve high quality of monitoring. It is planned to use this techniques to identify emotional portrait of portable devices users in the future. Portable personal device is coded by phase portraits corresponding to the emotional state of the user. Timely detecting changes in phase portrait will allow diagnosing deformations of the user's emotional state.

Controlling mental and emotional state becomes important for various professional groups of people, especially those related to risk (military, pilots, social workers and others). This is due to the invisible appearance this state, with heavy loss of individual and community, as well as the difficulty of self-establishing the state of mental and emotional causes of burnout. Existing therapeutic approaches based on the patient's part in the process of emerging from this state. In addition to the psychological impact to the patient needed: compliance work and rest, avoiding harmful habits, proper nutrition, clarifying professional and personal goals. Timely detection of the state of discomfort and constant control of the quality of life is possible when using special diagnostic equipment. Insufficient level of industrial development in this direction stimulates the search for new and effective solutions, the basic directions of creation of technical solutions presented in this paper.

References

1. Sidorov P. Sindrom emotionalnogo vigorania / P. Sidorov // Medical newspaper. – №43 – 8 июня 2005 г. – [Electronic resource]. – Mode access:

<http://health.mpei.ac.ru/sindrom.htm>

2. Leychenko S.D. Human Factors in Aviation / S.D. Leychenko, A.V. Malishevskiy, N.F. Mikhalic. – Kirovograd: YMEKS, 2006. – 512 p.

3. Makarov R.N. Psychological Foundations of Didactics in Flight Education / R.N. Makarov, N.A. Nidziy, G.K. Shishkin. – M.: MAPCHAK, 2000. – 534 p.

4. Sheridan T.B., Ferrell U.R. Man-machine system. - M.: Engineering, 1980. - 285 p.

5. Kotik MA Engineering psychology course. - 2nd ed., - Tallinn: Valhus, 1978. - 364 p.

6. Shmelova T. System for Monitoring External Pilot Emotional State during UAV Control / T. Shmelova, O. Shostak // Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APPUAVD). 2015 IEEE 3d International Conference. Kyiv, 13-15 October 2015: Proceeding. – P.332-336.

7. Shmelova T. Models of personality and activities of Remotely Piloted Aircraft System's operator / T. Shmelova, Y. Kovalyov, V. Shostak // 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2016). 2016 IEEE 4d International Conference. Kyev, 18-20 October 2016.: Proceeding. – P.121-125

8. Shmelova T.F. Intellectual automated control of human state monitoring systems / T.F. Shmelova, Yu.N. Kovalyov, O.S. Sechko, O.V. Shostak, M.V. Vasyliov // 7th World Congress „Aviation in the XXIst century. Safety in Aviation And Space Technologies” NAU, Sept.21, 2016– C C.3.5.21-3.5.25

9. Ivaschenko NN Automatic regulation. Theory and elements of systems / N.N. Yvaschenko. - M.: Engineering, 1973. - 606 p.

10. Харченко В. П. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – К.: НАУ, 2016. – 308 с.

11. Mkhitaryan N.M. Ergonomic Aspects of Complex Systems / Mkhitaryan N.M., Badeyan G.V., Kovalyov Yu.N. – K.: Naukova Dumka, 2004. – 599 pp.

12. Kovalyov Yu.N. Concept of mental self-regulation devices. / Kovalyov Yu.N., D.V. Kfia // Design: Theory and practice. - 2013- Vol. 4.- pp.74-80.

13. Kovalyov Yu.N. Problem Solving Organization comfortable environment on the basis of the theory of self-organization of complex systems / Yu.N. Kovalyov // Theory and Practice of Design, 2014, Vol. 5-pp.52-63

14. Vasyliov M. Features the diagnosis of mental and emotional state of a person / D. Kuchеров, M. Vasyliov // 7th World Congress „Aviation in the XXIst century. Safety in Aviation And Space Technologies” NAU, Sept.21, 2016

15. Strategic Imperatives and Core Competencies in the Era of Robotics and Artificial Intelligence Chapter 9. Decision-Making Models of the Human-Operator as an Element of the Socio-Technical Systems / Nina Rizun, Tatyana Shmelova. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2016. – P. 167-204

*I.A. Zhukov, doctor of science (National Aviation University, Ukraine),
N.K. Pechurin, doctor of science (National Aviation University, Ukraine),
L.P. Kondratova, candidate of science (Institute for Applied System Analysis at the
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine),
S.N. Pechurin, candidate of science (Ukraine)*

UAV computer network balancing

There is proposed based on the V. Leontiev model, to realize the method for computing resources distribution on the UAV mobile computers, interconnecting by large scale network.

The next step in the development of information technology of local UAV system (one unit displayed in the air segment) consists in creating the integrated information system, which include some mobile computers, based on UAV, and interconnecting by telecommunication (wireless) network.

Due to increasing quantity of the different assignment UAV, we expect jump in the size of appropriate network and consequently dimension of problem for network's information and computing resources balancing (facility of processors, memory, input/output subsystem etc).

This task consists in the distribution of information and computing resources on UAV mobile computers, interconnecting by this large scale network for (parallel) solving any functional tasks (solving differential equations to navigation tasks, processing streams of photo and video frames, which received from UAV videocameras, parallel execution of procedures, for example, of photos' zoom in JPEG, routing tasks etc).

The planning of information and computing resources consuming in a network is performed in order to optimize the use of resources, reduce query maintenance time, providing fault tolerance (redundancy). Control systems are focused on integrating computing power into a single space with a dynamic allocation of resources between applications: storage capacities to geographically distributed UAV systems, data sources into a single virtual database of heterogeneous geographically distributed databases etc [1, 2].

A feature of the information technology for the solutions of UAV's functional problems is rapid changes, sometimes even in the decision process of the separate general problem, the topology of the computing and telecommunication system. Supplying of UAV computer network reliability, for example, may be realized by RAID technology, which requires additional load to the computing unit.

Consequently for UAV mobile computers, interconnecting by large scale network, had to be design fast planning instrument.

Planning applied problem solving using the available single computational resource associated with the distribution of computing resources on UAV computers in providing solutions of common problem.

The quick changeability of field communication system topology, even in the process to solve a separate general problem, leads to the necessity to set up the parameters of the model to plan operatively the performance process (see fig.1).

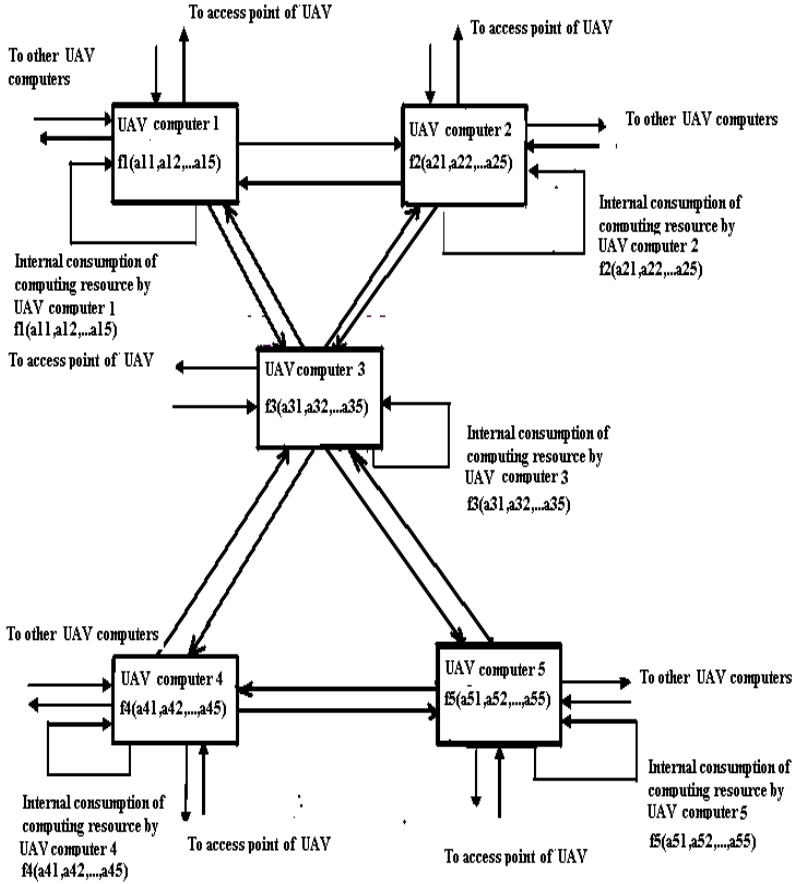


Fig.1. Five-node computing network planning model.

Here there is proposed based on the V. Leontiev model, to realize a computing productivity distribute on UAV computers [2].

For the influence evaluation of i -th UAV computer to the producing process intensity of x_j on j -th UAV computer computational resource may be used the function of $f_{ij}(x_j)$. Assuming certain type of functions, describing i - j influences, we obtain the model in the kind

$$f_{ij}(a_{ij}) = a_{ij} \cdot x_j.$$

Therefore, we are using a matrix $A_{n,m} = [a_{ij}]$, where a_{ij} is the value of computational resource of i -th UAV computer, which spends per unit of computational resource of j -th UAV computer.

And similar to V.Leontyev's model of interbranch balance, computing resource distribution model is [3]:

$$X - A \cdot X = R,$$

where R is the value of disbalance.

Additional constraints and goal function lead to the special nonlinear programming model; to determine A, X the corresponding method was utilized.

Conclusion

For UAV computer network (macro) balancing may be used nonlinear model similar V.Leontyev linear model and corresponding nonlinear programming method.

References

1. I. Foster, C. Kesselman, and S. Tuecke. The Anatomy of the GRID: Enabling Scalable Virtual Organizations // International Journal of High Performance Computer Applications, 2001, 15(3), 200—222.
2. I.A. Zhukov, N.K. Pechurin, L.P. Kondratova, S.N. Pechurin. The distribution of resources in computing cluster for UAV // Problems of informatization and control: Proceedings, 2016, 3 (55), P.1—5.
3. V.V. Leontyev. Interbranch Economics, M.: Economics, 1997, 315 p.

Исследование влияния свойств мультимедийного трафика на характеристики мультисервисной сети при различных дисциплинах обслуживания

В условиях построения мультисервисных сетей резко возрастает роль современных методов и средств проектирования и расчетов. Это связано с тем, что если ошибки в расчетах пропускной способности традиционных сетей оцениваются в 7-10%, то в сетях следующего поколения они могут составлять 20-30%. Последнее оправдывает дополнительные расходы на теоретические исследования и математическое моделирование мультисервисных сетей их проектирования и построения. Исследования показывают, что использование аналитических и имитационных моделей при проектировании сетей следующего поколения позволяют сократить соответствующие затраты примерно на 7-10%. Международный и отечественный опыт и практика показывают, что проблема проектирования сетей следующего поколения является одной из актуальных проблем построения и развития телекоммуникаций в современных условиях.

Данная работа посвящена исследованию влияния свойств мультимедийного трафика на характеристики узла доступа мультисервисной сети при различных дисциплинах обслуживания. В настоящее время на основе статистического анализа трафика со стороны ряда ученых обосновано, что суммарный трафик в сети обладает существенными самоподобными свойствами, а также является долговременно зависимым случайным процессом, что целесообразно учитывать при оптимизации сети следующего поколения, однако очень мало исследований, посвященных количественному анализу влияния свойств мультимедийного трафика при использовании различных механизмов управления трафиком и методов маршрутизации (1-4). Исследования показали, что методы расчета рабочих характеристик мультисервисной сети (пропускной способности, задержек, потерь и т.д.), основанные на Марковских моделях, дают неоправданно оптимистичные результаты, ведут к недооценке нагрузки и, как следствие, к невозможности обеспечить гарантированное качество обслуживания. Для исследования. Исследования нами были проведены на имитационной модели узла доступа с помощью системы моделирования OPNET, которая представляет собой мощный программный пакет, дающий возможность имитационного моделирования сетей любого масштаба (LAN, MAN, WAN, GAN) и любых топологий и позволяющий заранее задавать алгоритмы управления потоками и маршрутизации, реализуются современные технологии передачи данных.

Моделирование узла доступа мультисервисной сети на базе all-IP.

Рассмотрим задачу проектирования узла доступа мультисервисной

сети, с учетом последовательной модернизации ТФОП в ССП. Предположим, что данный узел обеспечивает передачу пользовательского трафика в магистральную сеть (Рис. 1).

С учетом высокой стоимости канального ресурса при подключении в магистральную сеть, будем ориентироваться на высокий коэффициент его использования, $\rho = 0,8 - 1$. Рассмотрим несколько сценариев, предполагающих как постепенное увеличение общей нагрузки на узел доступа (как следствие, увеличение ρ), так и изменение доли каждого типа трафика в общем агрегированном трафике (Табл. 1).

Основным конфигурационными параметрами узла, влияющим на качество обслуживания мультисервисного трафика является дисциплина управления очередями.

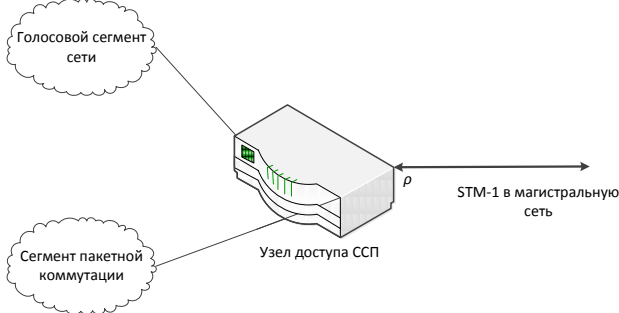


Рис. 1. Схема подключения узла доступа мультисервисной сети

Табл. 1.

Рассмотренные сценарии						
№	ρ	Фактич. нагр., Мбит/с	ТФОП	ВЕ данные	Транзакции	Интерактивные мультимедиа услуги
			%	%	%	%
1	0.8	125	90%	10%		
2		125	70%	20%	5%	5%
3		125	50%	30%	10%	10%
4		125	35%	40%	15%	10%
5	0.9	140	90%	10%		
6		140	70%	20%	5%	5%
7		140	50%	30%	10%	10%
8		140	35%	40%	15%	10%
9	1.0	155	90%	10%		
10		155	70%	20%	5%	10%
11		155	50%	30%	10%	10%
12		155	35%	40%	15%	10%

Наиболее распространенными дисциплинами является:

- FIFO («первым пришел-первым обслужен»);
- PQ («Приоритетное обслуживание»);
- WFQ («Взвешенное справедливое обслуживание»);

В предыдущих исследованиях было показано, что дисциплина FIFO оправдывает себя лишь в случаях с каналами с относительно низкой нагрузкой и моносервисным трафиком. В свою очередь, дисциплина PQ неэффективна в случаях, когда в сети присутствует более одного типа приоритетного трафика (например, Best Effort, голосовой и видео). В данной работе были проведены исследования по оценке эффективности дисциплины WFQ с учетом увеличения ρ и изменения удельного веса каждого типа трафика в мультисервисном трафике. Дополнительно изучено влияние свойства самоподобия на экспериментальную оценку характеристик QoS.

Влияние удельной нагрузки и изменения структуры мультисервисного трафика на временную характеристику QoS в узле доступа мультисервисной сети

С помощью моделирования узла доступа all-IP в системе OPNET были изучены сценарии 1-12, с детальным сравнительным анализом задержки для каждого типа трафика при различной нагрузке ρ . Была настроена дисциплина управления очередями WFQ. Трафик ТФОП смоделирован как высокоприоритетная передача пакетов кодека G.711 (64 кбит/сек) через IP транспорт.

В результате имитационного моделирования в системе OPNET были получены следующие результаты.

Сценарии 1, 5, 9.

При росте общей нагрузки до с 80% до 100%, задержка пакетов трафика телефонии остается пренебрежительно малой, таким образом, качество голоса не ухудшается. Перегрузка негативно влияет только на низкоприоритетный трафик Best Effort, где резко возрастает задержка пакетов. Также при $\rho \sim 1$ начинаются потери пакетов, и становится необходимым увеличение канального ресурса.

Сценарии {2, 6, 10}, {3, 7, 11}

В этих сценариях в сети присутствует уже не один, а три типа приоритетного трафика, кроме телефонии, имеют место при низкой доле интерактивные мультимедия услуги и транзакции (к примеру, банкинг, e-government, и др.). Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при росте общей нагрузки до с 80% до 100%, качество обслуживания по всем трем типам трафика по показателю задержки остается на высоком уровне. Перегрузка сильно влияет только на низкоприоритетный трафик Best Effort, где резко возрастает задержка пакетов.

Сценарии 4, 8, 12.

При данных сценариях, значительная часть общего объема нагрузки мультисервисной сети приходится на QoS трафик. Возрастают флуктуации задержки мультимедийного трафика, что негативно влияет на джиттер-характеристику, и в свою очередь приводит к ухудшению услуг. При $\rho > 1$,

возрастает задержка пакетов трафика Best Effort в буфере, возрастают потери пакетов данного типа трафика. Высокое качество телефонии сохраняется за счет обслуживания по высшему приоритету.

Оценка влияния свойства самоподобия трафика на качество обслуживания в узле доступа мультисервисной сети

Рассмотрим случай $\rho=0.9$, с двумя типами трафика на узле, пусть 50% трафика составляет Best Effort, 50% - VoIP телефония G.729.

Была произведена сравнительная оценка влияния параметра Херста на задержку и буферизацию пакетов, при дисциплине WFQ. К сожалению, в системе OPNET невозможно измерить джиттер при генерации больших IP потоков, однако его можно косвенно оценить по степени флуктуации буфера на интерфейсе узла.

Влияние параметра Херста на задержку. На рис. 2 показаны сравнительные результаты оценки влияния параметра Херста на задержку в очереди пакетов VoIP на интерфейсе одного узла. Как видно из графика, при $H = 0,5-0,8$ влияние изменения параметра Херста на задержку пренебрежительно мало. При $H = 0,9-0,98$, т.е. максимально устойчивой долгосрочной зависимости самоподобного процесса, имеет место резкий скачок задержки пакетов, со значениями, в 10-30 раз превышающими задержку пакета при $H=0,8$.

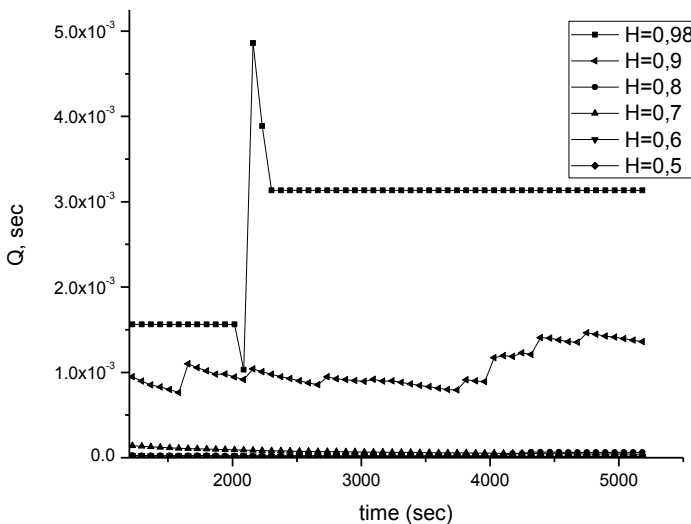


Рис. 2. Влияние параметра Херста на задержку пакетов VoIP

Также была проведен анализ влияния параметра Херста на задержку в очереди пакетов Best Effort и на буферизацию, который позволил сформулировать ряд выводов:

1. При $H = 0,5-0,7$ влияние изменения H на задержку пренебрежительно мало (рис.3). При $H = 0,8$ задержка начинает существенно расти, а при $H = 0,9-0,98$, т.е. устойчивой долгосрочной зависимости самоподобного процесса, также получаем резкий скачок задержки пакетов. В целом, из-за низкоприоритетного обслуживания, по сравнению с VoIP, задержка пакетов BestEffort в очередях примерно на порядок выше.

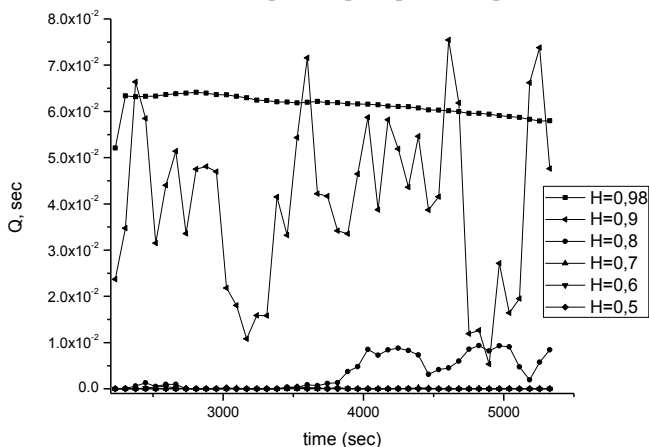


Рис. 3. Влияние параметра Херста на задержку пакетов BestEffort

2. Флуктуация количества пакетов N_q в буфере IP интерфейса крайне мала при $H = 0,5-0,7$, что слабо влияет на ухудшение качества обслуживания (рис.4). При $H = 0,8-0,9$ можем видеть резкий скачок, как флуктуации, так и абсолютного значения N_q , что негативно отражается как на джиттере, так и на задержке. Интересно, что при $H \rightarrow 1$, буфер заполнен в наибольшей степени, но N_q принимает практически постоянные значения, что указывает на увеличение задержки, но малый джиттер при сильно выраженной самоподобности трафика VoIP.

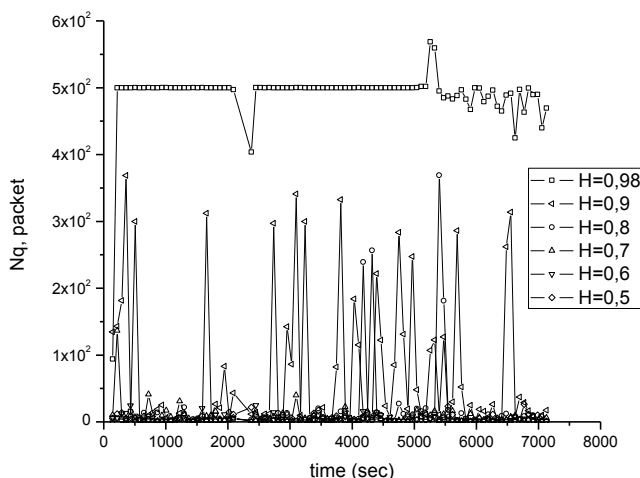


Рис. 4. Влияние параметра Херста на буферизацию пакетов VoIP

3. Флуктуация количества пакетов N_q в буфере IP интерфейса крайне мала при $H = 0,5-0,8$. Однако при $H = 0,9-1$ при высокой степени самоподобия трафика Best Effort, флуктуация количества пакетов в буфере приобретает периодический характер, причем, чем больше H , тем дольше периодичность данного явления (рис.5).

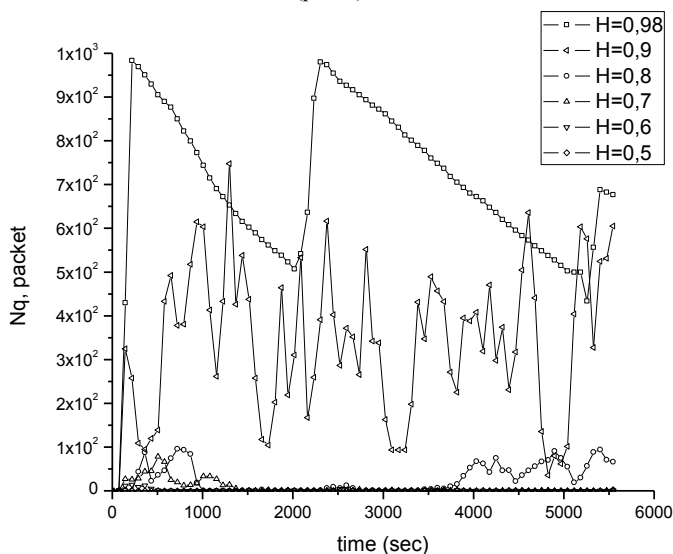


Рис. 5. Влияние параметра Херста на буферизацию пакетов BestEffort

Выводы

Результаты исследования показали, что данное направление исследований на сегодняшний день требует создания адекватных аналитических и имитационных моделей, позволяющих комплексно оценивать и анализировать различные параметры и характеристики компонентов сети, учитывая сложную структуру трафика в таких сетях и иерархические многоуровневые связи в архитектуре.

Список литературы

1. Zheng L., Zhang L., Xu, "Characteristics of network delay and delay jitter and its effect on voice over IP (VoIP)", ICC 2001, Vol. Erramilli A., Pruthi
2. P., Willinger W. Recent Developments in Fractal Traffic Modeling. <http://citeseer.ist.psu.edu>, 1995.
3. Erramilli A., Narayan O., Willinger W. Experimental Queuing Analysis with Long-Range Dependent Traffic. IEEE/ACM Transaction on Networking, Vol. 4, No. 2, pp. 209-223, 1996.
4. Willinder W., Taqqu M., Sherman R., Wilson D. Self-Similarity Though High-Variability: Statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level. IEEE/ACM Transactions on Networking, 5(1), 1997.

С.Б. Артамонов (Національний Авіаційний Університет)

Метод оцінювання матеріалів електронного навчального курсу за ознакою можливості адаптивності

Дана стаття присвячена проблематиці оцінювання матеріалів навчальних курсів для можливості їх використання в адаптивних навчальних системах. Для розкриття поставленого питання були проаналізовані підходи до формування адаптивного інтелектуального інтерфейсу та побудовано моделі складових компонентів систем, що адаптуються.

В сучасних навчальних системах користувачі повинні за короткий час обробляти значні обсяги інформації. Тенденція розвитку навчальних курсів направлена на збільшення навчальних матеріалів і рівень їх розгалуженості, що вимагає ускладнення програмних інтерфейсів, але це зменшує ефективність роботи з окремим курсом.

Одним з ефективних способів зниження рівня напруги користувача при навчанні є побудова персоналізованого робочого інтерфейсу, що враховує особливості сприйняття користувача. Але сучасні інтерфейси останнім часом не завжди надають ефективні рішення, що вимагає впровадження більш гнучких механізмів персоналізації [1, 2].

Адаптація матеріалів навчальних курсів з урахуванням когнітивних особливостей користувача дозволяє створити індивідуальний інтерфейс, орієнтований на модифікацію інформаційних потоків від системи до користувача для максимального узгодження з когнітивним профілем. Для реалізації механізму адаптації пропонується створення комплексу програмних засобів, що включає конструктор інтерфейсу, підсистему діагностування когнітивних і психофізіологічних характеристик користувача і базу даних, призначену для зберігання налаштувань інтерфейсу і когнітивного портрету, а також інформації про навчальний процес.

Окремо слід виділити інтерфейси веб-систем, мобільних додатків і систем з невізуальним інтерфейсом для осіб з особливими потребами [3]. Нажаль розробка інтерфейсів сучасних навчальних систем відштовхується від принципу найменших трудовитрат розробника за рахунок використання готових шаблонних рішень і адаптованості більш під технічні вимоги обладнання, ніж під зручність користувачів і їх побажання.

На тлі цих фактів 70-80% користувачів не закінчують онлайн курси в силу нерозуміння навчального матеріалу, способу його представлення або невідповідності їх запитам.

За даними дослідження *MASIE Center* (на основі опитування 375 учнів) було виявлено фактори, що зменшують ймовірність успішного завершення курсу:

- відсутність мотивації (36%);
- поганий дизайн курсу (36%);
- відсутність часу, необхідність присвячувати вільний час сім'ї і роботі (33%);

– отримання всієї необхідно від курсу інформації до його формального завершення (25%)

Однак слід зауважити, що відсутність мотивації може з'являтися і при нерозумінні матеріалу курсу, і при втомі у пізнанні нових інтерфейсів роботи. Так робота невідготовленого користувача в системі, що не здатна адаптуватись, призводить до ряду порушень функціонального стану психічного і фізичного здоров'я користувача, в тому числі до безцільних «блукань» по *Internet*, змін в поведінці (страх, пригніченість), неструктурованості інформації в пам'яті [5].

На даний момент опубліковано велику кількість статей з результатами досліджень, які розкривають проблеми адаптації навчальної системи до користувача. Одним з методів вирішення даного завдання є вбудовування в інтерфейс моделі користувача, причому, чим вище адаптація системи до користувача, тим зростає вартість і складність самої моделі.

Одним із завдань, яку постійно вирішують всі розробники навчальних курсів, що мають можливість персоналізації, – це реалізація динамічних об'єктів, які передбачають комбінування відображення не тільки нових адаптованих елементів інтерфейсу і форми представлення навчальної інформації, але і специфіку використання самої навчальної системи.

Метою статті є відображення підходу до оцінки матеріалів електронного навчального курсу з точки зору можливості їх використання в системах, що адаптуються.

Основні ознаки адаптивності навчальних матеріалів

Практично всі підходи до створення електронних навчальних курсів з можливістю адаптації мають кілька підходів:

1) адаптація користувача до системи, в які входить навчання, формування алгоритмів роботи, напрацювання готових рішень;

2) адаптація системи до користувача, до яких відносяться як загальні підходи (многомодальні і багатоагентні технології), так і окремі рішення адаптації (формування багатосценарні рішень представлення матеріалів навчального курсу, візуальне налаштування інтерфейсу, розширення функціональних можливостей, і ін.).

При цьому всі навчальні системи відштовхуються від контексту їх використання (по тимчасовому, просторовому і функціональному критеріям). Контекст може включати в себе таку інформацію, як рівень навколишнього шуму або освітлення, стан інтернет-з'єднання і його швидкість, навіть соціальні обставини користувача. Більш того, навчальні системи повинні передбачати призначені для користувача завдання або наміри - вони можуть бути вгадані на основі його попередніх дій або даних сенсорів.

Але не менш важлива роль приділяється оцінці ситуації і прийняття рішення на основі цієї оцінки. Даний підхід вимагає накопичення статистичної бази поведінки як користувачів цієї системи взагалі, так і безпосередньо даного користувача. Залежно від поставленого завдання варіюється число параметрів, які враховуються при прийнятті рішення.

Адаптивність навчальних матеріалів за своєю структурою подібна до адаптивності програмного забезпечення (ПЗ). І якщо до якості навчальних

матеріалів відсутні будь-які стандарти або регламентуючі вимоги, то для ПЗ зі стандарти вже давно розроблені і постійно оновлюються (*ISO/IEC 9126 “Software engineering”*, СОУ-Н НКАУ 0031:2007 “Методи оцінки показників якості програмного забезпечення програмно-технічних комплексів критичного призначення”).

Адаптивність може розглядатись як одна з субхарактеристик для двох показників зовнішнього якості електронної системи навчання взагалі і навчальних матеріалів, як окремий випадок.

1. Супроводжуємість (*Maintainability*) – здатність системи навчання до модифікації, яка включає виправлення, поліпшення або адаптацію до зміни навколишнього середовища, вимог або функціональних специфікацій;

2. Мобільність (переносимість), під якою слід розуміти: процеси перенесення електронної навчальної системи і даних з одного апаратного, операційного та користувацького середовища в інше зі збереженням їх цілісності або невеликими змінами функцій системи.

За критерієм адаптації можна розрізняти системи з еталонною моделлю і системи з екстремальним самонастроюванням. У перших з них регулятор адаптується таким чином, щоб замкнута система управління мала властивості, як можна ближчі до заданих властивостей еталонної моделі. У других – регулятор адаптується з метою отримати найкращих в тому чи іншому аспекті показників якості управління.

Класифікувати механізми адаптивності можна за кількома критеріями:

1. Внутрішня або зовнішня по відношенню до цієї системи адаптивність. Внутрішня – це можливість системи використовувати типові механізми. Зовнішня – це адаптація за рахунок моніторингу різних атрибутів системи, таких як використання ресурсів (при цьому зовнішній по відношенню до системи механізм приймає рішення про внесені зміни).

2. Об'єкт змін в процесі адаптації: адаптивність поведінки, коли елементи системи можуть бути змінені або замінені, а структура системи при цьому зберігається; адаптивність структури, коли структура системи змінюється, а поведінка її елементів залишається тим же; ресурсна адаптація, коли поведінка системи змінюється за рахунок керування ресурсами з урахуванням потреб користувачів.

3. Ступінь самоуправління, що характеризує можливість системи зберігати ефективність без втручання користувача: самоадаптація – можливість змінювати власну поведінку у відповідь на зміни в своєму операційному середовищі з метою забезпечення і підвищення функціональних можливостей; самоорганізація – здатність компонентів автономно взаємодіяти з іншими компонентами, щоб відповідати системним обмеженням; самоконфігурування – автоматична адаптація до динамічних змін шляхом вставки, заміни та видалення своїх компонентів.

Оцінка адаптивності навчальних матеріалів через відповідність до моделі користувач-система

Модель користувача (МК) - обов'язковий складовий компонент адаптивних навчальних систем, орієнтованих на користувачів з різними рівнями підготовки для роботи з комп'ютером, різним базовим знанням за

предметом навчання, різними розумовими, психологічними і фізіологічними можливостями.

В даний час можна виділити адаптацію до [8]:

- даними користувача (*user data*);
- принцип роботи даного продукту (*usage data*);
- даними оточення (*environment data*).

Адаптація до даних користувача заснована на моделях, що враховують такі характеристики користувача, як:

1. Знання користувачем теми, яке в загальному випадку не постійне і мінливе для окремого користувача, тому адаптивна система повинна розпізнавати зміни в стані знання користувача і відповідно оновлювати модель. Знання користувачем теми найбільш часто представляється оверлейной моделлю (*overlay model*), заснованої на структурній моделі (*structural model*) предметної області.

2. Мета користувача або завдання користувача – характеристика, що пов'язана з контекстом роботи користувача з навчальними матеріалами, скоріше, ніж з користувачем як індивідумом. Залежно від виду системи навчання, це може бути мета навчання, мета пошуку, мета отримання навичок у вирішенні завдань. Це найбільш мінлива характеристика користувача – вона змінюється від сеансу до сеансу і часто може змінюватися кілька разів в межах одного сеансу роботи.

3. Підготовка та досвід користувача, які подібні зі знанням користувача теми, але функціонально відрізняється від нього. Це підготовка і досвід користувача до роботи в даному середовищі. Іноді користувач, який добре знайомий безпосередньо з темою, взагалі не знайомий зі структурою навчального середовища, і навпаки, що в обох випадках приводить до неефективного використання навчальної системи.

4. Уподобання. З різних причин користувач може віддавати перевагу деяким вузлам, посиланням і частинам сторінки. Ці переваги можуть бути абсолютними або відносними, тобто залежними від поточного вузла, цілі та поточного контексту взагалі. Для налаштування цих компонентів необхідно використовувати зовнішні відстежуючі (аналізуючі) системи або користувач повинен повідомити системі безпосередньо або побічно (простий зворотний зв'язок) про свої уподобання.

5. Інтереси, які необхідно змодельовати у довгостроковому періоді і використовувати їх паралельно з короткостроковою метою пошуку для поліпшення фільтрації інформації та рекомендацій.

6. Індивідуальні особливості користувача – характеристики, які визначають його як індивідуума. Наприклад: індивідуальні показники (інтроверт - екстраверт), пізнавальні чинники і стиль навчання. Подібно підготовці користувача, індивідуальні особливості – це стабільна характеристика, що не змінюється взагалі або змінюється протягом тривалого періоду часу.

МК передбачає явне уявлення знань, переваг, цілей, інтересів, історії навігації і інших характеристик користувача і служить для адаптації до користувача різних аспектів адаптивної навчальної системи.

Як допущення будемо вважати, що МК має володіти такими класифікаційними ознаками:

- інформація для моделі збирається неявно, тобто без додаткових запитів система непомітно для користувача конструє МК, відстежуючи і аналізуючи взаємодії з ним (наприклад, історію навігації), з подальшим виведенням різних припущень про нього;

- індивідуальна, підтримувана для кожного користувача;

- динамічна в міру отримання нової інформації протягом сеансу взаємодії;

- довгострокова по тимчасовій протяжності, яка зберігається від одного сеансу взаємодії до іншого;

- дескриптивна, в тому сенсі, що може бути представлена базою знань, що містить інформацію про користувача.

Ця інформація обробляється модулем адаптації; модель являє собою розширення стереотипної класифікації.

Так МК може бути представлена в загальному вигляді наступним чином:

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_o\},$$

в якості параметрів U_k ($k = 1, 2, \dots, o$) можуть виступати описані суб'єктивні і об'єктивні, постійні і тимчасові, ситуаційні та загальні характеристики користувача.

У загальному вигляді процес адаптації навчальної системи зводиться до виконання операцій модифікації вихідної системи (система має кінцеве безліччя уявлень):

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\},$$

в якості уявлень (V_i , $i = 1, 2, \dots, m$) виступають взаємне розташування компонентів інтерфейсу навчальної системи, поняття, реакції інтерфейсу, алгоритми і методи синтезу нових алгоритмів і т.п.

Таким чином кожне стан навчальної системи можна уявити безліччю параметрів, які в загальному вигляді представляються наступним чином:

$$V_1 = \{v_{11}, v_{12}, \dots, v_{1n}\},$$

$$V_2 = \{v_{21}, v_{22}, \dots, v_{2n}\},$$

$$\dots,$$

$$V_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}\},$$

$$\dots,$$

$$V_m = \{v_{m1}, v_{m2}, \dots, v_{mn}\},$$

де v_{ij} - перелік параметрів, що описують інтерфейс системи ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$). Даний перелік може нести як однорідну, так і неоднорідну структуру.

Але для модифікації навчальної системи і приведення його до одного з видів необхідно визначити момент формування нового представлення навчальної системи і правила його приведення. Останніх два моменти неможливі без оцінки в рамках навчальної системи з можливістю адаптації до користувача і процесів зі зміни представлення навчальної системи (дані процеси можуть бути як в автоматичному, так і мануальному режимі).

Тоді для представлення процесів модифікації навчальної системи скористаємося наступною формулою:

$$PA = PA_k(v_{ij}),$$

що передбачає окремий процес адаптації для кожного уявлення безлічі V .

Передбачається, що користувачі в навчальній системі можуть змінювати меню, додавати макроси, призначати дії кнопкам панелей інструментів і перебудовувати елементи у вікні. Система створює модель користувача, на підставі якої і вибудовується надалі процес адаптації. Тоді процес формування адаптованого інтерфейсу може бути представлений як декартове множення множин V , U і PA :

$$FAI = V \times U \times PA,$$

результатом даної операції може виступати кінцевий набір правил з модифікації кожного компоненту інтерфейсу навчальної системи для кожного користувача.

Однак адаптивні навчальні системи можуть викликати у користувача відчуття втрати контролю, можливі деякі неточності в прогнозі бажань і поведінки користувача, що може викликати ефект «ворожості» з боку користувача.

Тому при підході до оцінки електронних навчальних матеріалів необхідно оцінювати за кількісною ознакою їх складність і можливість породжувати процеси формування адаптованого подання навчальної системи.

Висновки

Завдання оцінки навчальних матеріалів з точки зору можливості їх адаптації для використання в навчальних системах, що адаптуються, вимагає не тільки попереднього аналізу дій користувачів, але і підходи до цих рішень на основі аналізу моделей інтерфейсу системи в сукупності з моделями користувачів і процесів модифікації компонентів.

Гнучкість налаштувань навчальної системи визначається рівнем кваліфікації користувача, але в сучасній тенденції розвитку підходів до побудови компонентів в подібних системах спостерігається схильність розробників до закриття інструментів модифікації інтерфейсу під свої потреби.

При цьому поведінка більшості систем в цілому є досить пасивним і статичним, тобто виключає можливість її постійної активної участі в процесі адаптації до користувача.

Саме тому методи і інструментарій оцінювання навчальних матеріалів на предмет можливості адаптивності є одним з основних в побудові електронних навчальних систем з елементами адаптації матеріалів під користувачів.

Список літератури

1. Evidence-Based Educational Methods / Daniel J.M., Richard W.M., Roger D.R. and others; Edited by Daniel J.M. and Richard W.M. – Elsevier Science & Technology Books, 2004. – 408 P.
2. Cristea A. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems / Cristea Alexandra, Aroyo Lora // Second International Conference, May 29–31, 2002, Málaga, Spain. – p. 122-132.

3. Артамонов Є.Б., Кременецкий Г.М., Длужевський А.О., Панфьоров О.В. Підходи до реалізації апаратно-програмного навчального комплексу шрифту Брайля / // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХПІ» – 2015р. - №49(1158). – С. 85-88.
4. Sato S., Sasaki Y. Automatic Collection of Related Terms from the Web // The Companion Volume to the Proceedings of 41st Annual Meeting of the ACL, Sapporo, Japan, 2003. – P. 121–124.
5. Artamonov E.B. Concept of creating a software environment for automated text manipulation. // Artamonov E.B., Zholdakov O.O. – Scientific journal “Proceedings of the National Aviation University”. – K.: NAU. – 2010. – Вип. 3 (44). – P. 111 – 115.
6. Прищепа, М. В. Особенности разработки пользовательского интерфейса мобильного информационного робота / М. В. Прищепа, К. Ю.Баранов // Известия вузов. Приборостроение. - 2012. - Т. 55, № 11. - С. 46-51.
7. Seffah, A. Multiple User Interfaces: CrossPlatform Applications and Context-Aware Interfaces / A. Seffah, H. Javahery. - John Wiley & Sons, 2005. – 414 p.
8. Херринг, Ч. Жизнеспособные программы [Текст] / Ч. Херринг, Л. Черняк // Открытые сис- темы. – 2004. – № 9. - С. 77-80.

Є.І. Безвершенко
(Ужгородський національний університет, Україна)

М.М. Гузій, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

А.Г. Лутеченков
(Кременчуцький національний університет, Україна)

Методи виявлення аномалій трафіку комп'ютерної мережі

Проведено порівняльний аналіз методів виявлення аномалій трафіку комп'ютерної мережі. Визначені методи виявлення аномального трафіку для створення технологій попередження нових типів атак.

Створення ефективних систем виявлення атак на ресурси комп'ютерних систем є актуальною проблемою. Методи виявлення аномалій трафіку комп'ютерної мережі спрямовані на попередження вторгнень в комп'ютерні системи. Класичні сигнатурні методи виявлення мережних атак не здатні виявляти атаки невідомих типів. Методи виявлення аномалій мережної активності дозволяють створювати системи виявлення атак (СВА), які функціонують в часі, наближеному до реального, що особливо важливо для систем критичного призначення. Теоретико-методологічна модель СВА побудована на припущенні, що для комп'ютерної системи існує профіль нормального стану і будь-які значні відхилення від нього ймовірно викликані атакою на систему. Новим перспективним напрямом виявлення аномалій трафіку є методологія тензорного аналізу числових рядів, яка розробити повністю автоматичний детермінований алгоритм виявлення аномалій [1]. Для побудови базового профілю нормальної поведінки системи використовується набір даних, вільний від аномалій. Проблема виявлення атак у мережах ТСП/ІР, що зводиться до задач розпізнавання:

- структурних ознак (сигнатур) відомих типів атак;
- інваріантних ознак структури коректних обчислювальних процесів;
- кореляційних ознак нормального функціонування розподілених обчислювальних систем.

При розпізнаванні аномалій обчислювальних процесів виникає цілий ряд проблем, пов'язаних з необхідністю виявлення раніше невідомих типів атак і впливів, що в свою чергу передбачає вирішення наступних задач:

- побудови деякої еталонної множини інваріантів нормального (семантично коректного) розвитку обчислювальних процесів в умовах апіорної невизначеності впливів зовнішнього і внутрішнього середовища;
- установлення шкал виміру ознак чи еталонів інваріантів;
- виявлення необхідних і достатніх інформативних ознак інваріантів;
- побудови правил розпізнавання аномалій.

Розглянемо методи виявлення аномалій трафіку які знайшли практичне застосування в СВА [2,3]. Класифікація методів виявлення аномалій трафіку комп'ютерної мережі наведена на рис. 1.

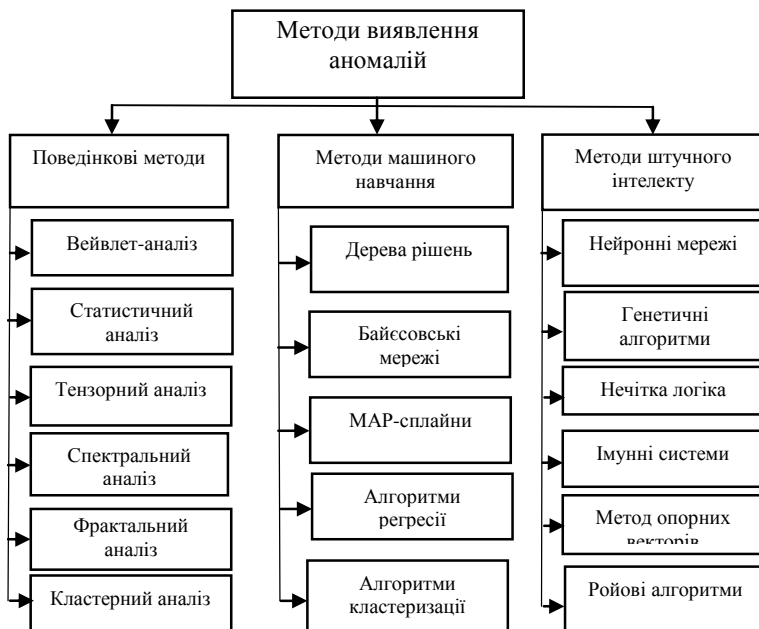


Рис.1. Класифікація методів виявлення аномалій трафіку комп'ютерної мережі

Для реалізації технології виявлення аномального трафіку найбільш поширені методи статистичного аналізу числових рядів. Мережні сенсори збирають інформацію про функціонування системи і формують профіль "нормальної" поведінки - набір параметрів, що характеризує типову поведінку об'єкта. Профіль формується на основі статистики об'єкта, використовуються методи математичної статистики (метод ковзних вікон, метод зважених сум та ін.). Для застосування статистичних методів аналізу трафіку необхідно виділити основні показники, що характеризують нормальний режим функціонування мережної інфраструктури.

Статистичний аналіз відноситься до поведінкових методів визначення аномалій трафіку мережі і базується на порівнянні поточного стану мережевої інфраструктури з визначеними наперед ознаками, що характеризують нормальний режим функціонування.

Передвісником атаки (аномалій трафіку) є суттєва зміна деяких характеристик трафіку. Виявлення змін спирається на тестові гіпотези з нульовою гіпотезою H_0 , яка стверджує що немає змін, і альтернативної гіпотезою H_1 , що стверджує зворотнє. Значення граничного рівня змін параметрів трафіку визначає максимально допустиму ймовірність відхилення H_0 , гіпотеза вірна при появі помилки першого роду, або помилкової тривоги. З іншого боку, якщо H_0 не відхиляється при зміні властивостей, має місце помилка другого роду.

На практиці статистичне виявлення змін реалізується на основі методу контрольних карт. Параметри трафіку характеризуються центральною (CL), верхньою (UCL) і нижньою (LCL) контрольними межами (рис.2). Зміна стану (аномалія трафіку) виявляється у випадку, якщо значення параметру перевищує одну з контрольних меж. Рішення може бути прийняте на основі гіпотез - гіпотези H_0 (зміни відсутні) і альтернативної гіпотези H_1 (зміни відбулись).

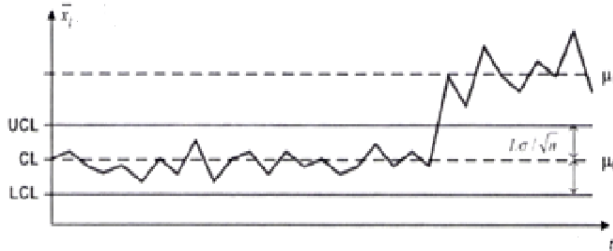


Рис. 2 Приклад контрольної карти

Статистичні властивості контрольних карт визначаються з послідовних відносин ймовірностей тестів (sequential probability ratio tests, SPRT). Якщо дані до і після зміни відомі, то вирішальна функція може бути перетворена в логарифмічна відношення

$$s(y) = \log \frac{p_{\Theta_1}(y)}{p_{\Theta_0}(y)},$$

де $p_{\Theta}(y)$ – функція щільності ймовірності Y з параметром Θ ; Θ_0 і Θ_1 (параметри до і після зміни стану системи).

Якщо відношення $s(y)$ позитивне, випадкова величина частіше відповідає розподілу до зміни, ніж після. Таким чином, можна визначити поріг h для $s(y)$, що відхиляє нульову гіпотезу $H: \Theta = \Theta_0$ і підтверджує альтернативну гіпотезу $H: \Theta = \Theta_1$ при заданому рівні значущості. Контрольні карти Шухарта визначають рівні UCL, CL і LCL для статистики, обчисленої з N спостережень $y(t-1)_{N+1}, \dots, y(t)_N$. Зміна стану виникає у випадку, якщо \bar{y}_1 перетинає одну з меж. Для великих значень N в силу центральної граничної теореми \bar{y}_1 має нормальний розподіл, контрольні межі для даної ймовірності помилкових тривог α будуть $\mu_0 \pm \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sigma / \sqrt{N}$. Однак це наближення не виконується при малих значеннях N , якщо спостерігається серійна кореляція.

Особливим випадком буде $N = 1$, так звані індивідуальні контрольні карти Шухарта. Ці карти порівнюють окремі спостереження щодо контрольних меж.

Контрольні карти CUSUM (алгоритмом кумулятивних сум, CUSUM cumulative sum), засновані на припущенні, що $S_1 = s(y_1, \dots, y_t)$ має від'ємне значення в нормальних умовах і позитивне при зміні станів. Рішення в алгоритмі кумулятивних сум приймається порівнянням функції gt з пороговим значенням h :

$$g_t = S_t - \min_{1 \leq i \leq t} S_i = \max(0, s(y_t) + g_{t-1}) = [g_{t-1} + s(y_t)]^+ \geq h; g_0 = 0.$$

Зміна стану виникає у випадку, якщо g_t перетинає поріг h . Щоб перезапустити алгоритм, необхідно обнулити g_t .

У порівнянні з контрольними картами Шухарта CUSUM виявляє невеликі, але постійні зміни з більшою ймовірністю, вони накопичуються з часом.

Контрольні карти EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) спираються на експоненціальне згладжування спостережень. З урахуванням постійної згладжування λ ($0 < \lambda < 1$)

$$z_t = \lambda y_t + (1 - \lambda)z_{t-1} = \lambda \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \lambda)^i y_{t-i} + (1 - \lambda)^t z_0.$$

Тут z_t являє собою зважене середнє всіх спостережень до часу t . Початкове значення спостережуваного середнього $H_0 \mu_0 = z_0$. Якщо спостереження незалежні і мають однаковий розподіл з дисперсією σ^2 , то дисперсія z_1 підходить для $\lambda / (2 - \lambda) \sigma^2$ при $t \rightarrow \infty$, що дозволяє визначити контрольні межі для z_t

$$\mu_0 \pm L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda}},$$

де λ і L – основні параметри методу EWMA.

Висновки

Статистичні методи аналізу трафіку комп'ютерних мереж доцільно застосовувати для розробки ефективних технологій виявлення аномалій трафіку. Системи виявлення атак, засновані на статистичних методах, дозволяють виявляти нові типи атак, атаки розподілені у часі, є чутливими до спроб вторгнення в комп'ютерні мережі. До недоліків таких систем можна віднести проблему визначення порогового значення змін стану системи, в результаті можливі помилки першого і другого роду про атаку на комп'ютерну систему.

Список літератури

1. Ю.Н. Минаев, Н.Н. Гузий, О.Ю. Филимонова Идентификация аномальных состояний трафика компьютерных сетей на основе парадигмы многомерных сетей. //Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2010. – Вип. 3(31). С. 83-89.
2. І.В. Рубан, В.О. Мартовицький, С.О. Партика Класифікація методів виявлення аномалій в інформаційних системах. // Системи озброєння і військова техніка. - 2016. - № 3. - С. 100-105
3. Шипова Т. Н. Анализ требований информационной и функциональной безопасности к операционным системам реального времени / Т. Н. Шипова, В. В. Босько, И. А. Березюк // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. - 2015. - Вип. 2. - С. 80-83.

А.О. Длужевський, С.О. Петренко
(Національний авіаційний університет, Україна)

Метод автоматичного підбору способу корекції зображення в системах відеоспостереження

У тезах йдеться про метод автоматичного підбору способу корекції зображення в системах відеоспостереження для підготовки зображення до подальшого аналізу з використанням різних способів ідентифікації об'єктів на зображенні. Дана інформація є цінною при створенні систем комп'ютерного зору, що працюватимуть в умовах мінливого середовища, де характеристики зображення сцени можуть змінюватися в часі.

Проблема виникає при аналізі візуальних сцен, в яких динамічно змінюються певні характеристики, такі як: зміна освітлення, що пов'язана з часом доби, погодними умовами, тощо. Результат роботи алгоритмів аналізу зображення напряму залежить від вхідних даних. Тобто від зображення з певними параметрами. До параметрів зображення можна віднести яскравість, контрастність, рівень цифрового шуму. Обробивши належним чином вхідне зображення, можливо суттєво полегшити задачу аналізу зображення та ідентифікації об'єктів на ньому. Ручне налаштування параметрів зображення при зміні характеристик сцени в часі вимагає значних витрат ресурсів. Таким чином, існує необхідність налаштування параметрів попередньої обробки зображення для його подальшого аналізу в залежності від умов досліджуваної сцени.

Одним з підходів до вирішення даної проблеми є побудова експертної моделі та алгоритмів логічного виводу рішень щодо застосування тих чи інших засобів коригування параметрів зображення в системах відеоспостереження. До таких засобів відносять корекції яскравості та контрасту, гамма-корекцію, застосування фільтрів для зменшення рівня шуму, переведення зображення в градації сірого, алгоритми бінаризації тощо.

Перед процесом ідентифікації об'єктів на відео зображенні, аналізу їх руху тощо, передусє попередня обробка зображення, що є ланцюжком перетворень даного зображення у вигляд, що полегшить його аналіз. Таким чином однією з задач попередньої обробки зображень є виділення об'єкту на зображенні.

Метод Бредлі-Рота для бінаризації зображень показує гарні результати при однорідному фоні, а також має низьку чутливість до низько контрастних деталей зображення (Рис. 1).

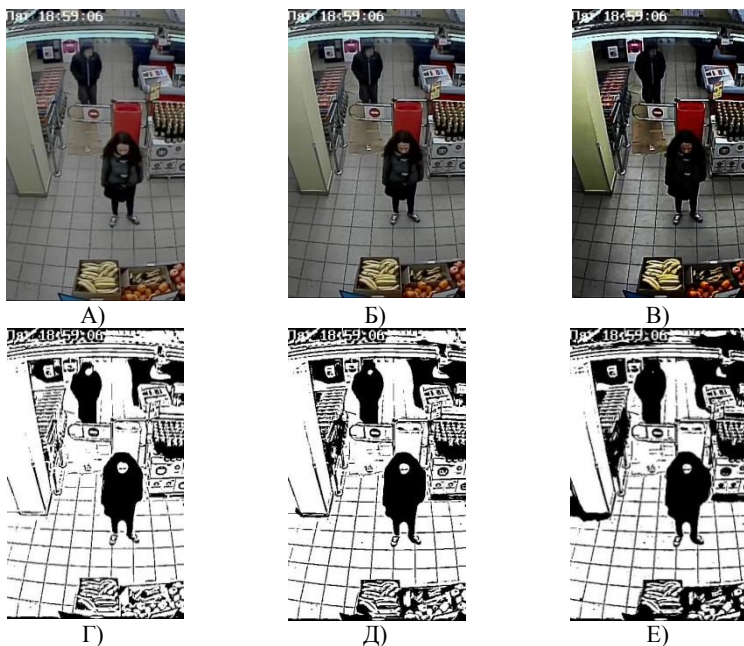


Рис. 1. Вплив рівня контрасту початкового зображення на результат бінаризації методом Бредлі-Рота а) зображення з 0.3 від початкової контрастності б) зображення з початковою контрастністю в) зображення з 1.7 від початкової контрастності, г,д,е) бінаризовані зображення а,б,в відповідно.

При використанні методу Бредлі для бінаризації низько-контрастного зображення (Рис. 1а) ігнорується переважна частина тіней на зображенні, що спростить подальшу ідентифікацію об'єктів, на відміну від використання високо контрастного зображення (Рис 1б). В даному випадку початкове зображення дає прийнятний результат (Рис. 1д), однак використання результату бінаризації менш контрастного зображення дасть перевагу при ідентифікації людини за допомогою ознак Хаара. Тобто такі особливості, свою чергу, можуть бути використані для підвищення точності виділення об'єктів на зображенні.

Для підвищення точності виділення об'єкту за використання методу Бредлі можна попередньо до бінаризації застосувати алгоритм вилучення фону з зображення (Background subtraction). Таким чином будуть вилучені всі пікселі зображення, що відносяться до фону, що не буде утворювати завад для подальшого аналізу. Вибір методу бінаризації також впливає на точність виділення об'єкту зі сцени. Використання порогової бінаризації має ряд переваг, таких як простота реалізації даного алгоритму та швидкість виконання, що є досить важливим в умовах обробки та аналізу відео зображення в реальному часу. Проте недоліком даного алгоритму є його

чутливість до тіней, що стає на заваді подальшому аналізу зображення. Використання методу бінаризації Бредлі, що відносять до адаптивних методів бінаризації дозволяє обійти проблему з високою чутливістю до тіней і більш точно виділити силует об'єкта на зображенні.

Базуючись на отриманих результатах можна сказати, що оскільки метод бінаризації Бредлі-Рота чутливий до контрастності зображення, оптимальний результат бінаризації може бути досягнений при певних значеннях контрасту зображення. У випадку, якщо рівень контрасту зображення зависокий необхідно його зменшити до оптимального рівня, в іншому випадку — збільшити його. Контраст зображення (так як і його яскравість) можуть змінюватися в залежності від часу доби, погодних умов, тощо. Таким чином існує потреба коригувати параметри вхідного зображення під час роботи системи.

Для вирішення задачі автоматичної корекції параметрів зображення в системах комп'ютерного зору пропонується використовувати експертну систему. Тому представлена така логіко-лінгвістична модель:

Об'єкт управління (ОУ) – система аналізу об'єктів на відео зображенні.

Ситуація, що потребує управлінського впливу – недостатній або завеликий контраст елементів зображення.

Елемент ОУ, який є місцем прояви збійної ситуації – вхідне зображення (*a*).

Характеристика стану елемента ОУ – значення контрастності зображення $k(a)$.

Необхідний результат реалізації управлінського рішення – приведення контрастності зображення до встановленого оптимального рівня [*ОПТ*($k(a)$)].

Можливі управляючі операції

- Збільшити контрастність зображення [*збільш_КТПСТ*];

- Зменшити контрастність зображення [*змени_КТПСТ*].

Елемент ОУ, який є місцем реалізації керуючої операції – програмний модуль попередньої обробки зображення (*b*)

Необхідні умови виконання управлінських операцій корекції контрастності зображення

- недостатній рівень контрастності зображення [*НЕДОСТ*($k(a)$)];

- зависокий рівень контрастності зображення [*ЗВИС*($k(a)$)].

Ресурси, необхідні для реалізації управляючої операції:

- неоптимальне значення контрастності зображення a [*КТПСТ*(a , неопт)];

Вирази, що описують можливі способи впливу на ОУ:

$\forall a \forall b [НЕДОСТ(k(a) \& РЕАЛ(збільш_КТПСТ(a)) \rightarrow ОПТ(k(a))]$

$\forall a \forall b [ЗВИС(k(a)) \& РЕАЛ(змени_КТПСТ(a)) \rightarrow ОПТ(k(a))]$

де РЕАЛ – предикат, що має зміст «бути реалізованим»

Вирази, що описують умови реалізації управляючих операцій:

$\forall a \forall b [КТПСТ(a, неопт) \rightarrow РЕЗ(збільш_КТПСТ(a))]$

$\forall a \forall b [КТПСТ(a, неопт) \rightarrow РЕЗ(змени_КТПСТ(a))]$

де РЕЗ – предикат, що відображає наявність ресурсу

Вираз, що означає необхідність реалізації управляючої операції за умов якщо вона може привести до необхідного результату та існування ресурсів для цієї операції.

$$\forall x [PIII(x) \& PEZ(x) \rightarrow PEAL(x)]$$

$$\forall a \exists x [PIII(x) \rightarrow OPT(k(a))]$$

де $PIII$ – предикат, що відображає факт існування рішення задачі, яка розглядається.

В ході дослідження був проведений аналіз впливу контрастності зображення на результат методів бінаризації Бредлі-Рота та порогової бінаризації. В результаті чого виявлено, що метод Бредлі-Рота є чутливим до зміни контрасту зображення. Це означає, що цей метод ігнорує низько контрастні елементи зображення, що допомагає відсікти елементи, що не несуть високого смислового навантаження для аналізу (такі елементи як: тіні, мілкі деталі інтер'єру та екстер'єру, тощо).

Для корекції зображення за критерієм контрасту було побудовано експертну модель, що дозволяє приймати управлінські рішення за умови відхилення цієї характеристики зображення від встановленого оптимального значення. Оптимальне значення може варіюватися в залежності від інших характеристик та задачі аналізу відео зображення.

Було побудовано дерево можливих характеристик сцени, від яких може залежати вибір способу попередньої обробки зображення. На момент написання статті, досліджено вплив лише невеликої кількості виділених характеристик сцени на процеси попередньої обробки та ідентифікації об'єктів. Вплив інших характеристик буде проаналізовано в ході подальших досліджень. Застосування даної експертної моделі в системах комп'ютерного зору дасть можливість автоматично коригувати параметри зображення щоб задовольнити виконання поставленої перед нею задачі.

Список літератури

1. Bradley D., Roth G. Adaptive thresholding using the integral image. / D. Bradley, G. Roth. // Journal of Graphics Tools. Volume 12, Issue 2. pp. 13-21. 2007. NRC 48816.
2. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072с.
3. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учеб. пособие. – Новосибирск.: Изд-во НГТУ, 2003. – 352 с.
4. Оппенгейм А. Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. 2-е издание. – М.: Техносфера, 2007. – 856 с.
5. Артамонов Є.Б., Масловський Б.Г. Вирішення проблеми використання якісної класифікації параметрів в інтелектуальних системах. // Електроніка і зв'язок: наук.-техн. збірник, тематичний випуск “Проблеми електроніки”, 2007 – Ч.3. – С. 77-79.

Р.В. Зюбіна, П.О. Кудринський,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Організація системи захисту інформації в мережах ZigBee

Відображено аспекти пов'язані з слабким рівнем захищеності роботи периферійних приладів. Висвітлено можливі види загроз та методів взлому на основі роботи технології ZigBee. Запропоновано шляхи покращення існуючих методів захисту та впровадження новітніх систем захисту, що, в свою чергу дадуть змогу забезпечити надійних захист від атак та взломів.

ZigBee - це специфікація мережевих протоколів верхнього рівня, які регламентовані стандартом IEEE 802.15.4, він з'явився в 2003 році. ZigBee і IEEE 802.15.4 описують бездротові персональні обчислювальні мережі (WPAN, wireless personal area networks). Специфікація ZigBee орієнтована на додатки, що вимагають гарантованої безпечної передачі даних при малих швидкостях і можливості тривалої роботи мережевих пристроїв від автономних джерел живлення, тобто батарей. Технологія ZigBee підтримує не тільки прості топології мережі, а й Mesh-топологію з ретрансляцією і маршрутизацією повідомлень.

До переваг ZigBee можна віднести:

- здатність до самоорганізації і самовідновлення
- простота розгортання
- висока стійкість
- висока безпека
- неліцензовані частоти
- низьке енергоспоживання

Модель передачі даних

Всього існує три види транзакцій передачі даних. Одна з них це передача даних координатору, якому передає інформацію мережевий пристрій. Друга транзакція пов'язана з пересилкою даних від координатора до мережевого пристрою. До третього виду транзакцій відноситься обмін даними безпосередньо між мережевими пристроями [1-2].

Безпека

З точки зору безпеки даний тип мереж не відрізняється від інших бездротових мереж. Вони вразливі для атак пасивного прослуховування, а також для атак активної фальсифікації, так як для участі в інформаційному обміні не потрібне фізичне підключення до проводів. Характерні особливості цих мереж роблять їх більш уразливими. Пристрої є дешевими і мають обмежену обчислювальну потужність, оперативну пам'ять і не можуть забезпечити навіть високий рівень роботи генератора випадкових чисел. Ці обмеження можуть серйозно звужити вибір криптографічних алгоритмів і протоколів, а також вплинути на структуру системи безпеки. Більшість архітектурних елементів системи безпеки можуть бути реалізовані на більш високих мережевих рівнях.

Криптографічний механізм забезпечує роботу наступних послуг безпеки:

- Конфіденційність даних
- Справжність даних
- Захист від відтворення

Криптографічний захист кадру може допускати спільне використання ключа двома пристроями або навіть групою пристроїв, що робить систему більш гнучкою. Якщо використовується груповий криптографічний ключ, захист буде забезпечений тільки від шкідливої активності зовнішніх пристроїв.

В якості основного принципу шифрування в мережах ZigBee використовується алгоритм AES.

Найбільш поширені загрози

У той час як шкідливі програми для IoT-пристроїв стають все більш винахідливими, той факт, що вони використовуються в основному для DDoS-атак, дозволяє виділити кілька спільних рис, які простежуються в різноманітних існуючих шкідливих програмах.

Зазвичай зловмисники діють методом перебору. У той час як деякі шкідливі програми повинні бути встановлені на пристрій вручну, найпоширеніший метод полягає в скануванні випадкових IP-адрес з відкритими портами Telnet або SSH і з подальшим перебором спроб входу за допомогою часто використовуваних облікових даних таких як поширені паролі та логіни.

Через різні архітектури процесорів, на яких працюють вбудовані пристрої, шкідливі програми можуть спробувати випадковим чином завантажити виконуваний файл бота для декількох систем і запускати їх по одному, поки схема не увінчається успіхом. В інших випадках шкідлива програма може також включати в себе модуль, який виконує перевірку для платформи наявного пристрою і викачує правильні файли бота. Звичайна тактика - використання wget або команди TFTP для завантаження скрипта (.sh), що, в свою чергу, завантажує файли бота.

Шелл, шелл-коди, міні-шелл

Зазвичай шелл коди експлуатують по віддаленому доступу. Основне їх призначення – це відкриття зазначеного зловмисником порту TCP вразливого комп'ютера або пристрою. Після вдалої операції атакуючий може з легкістю отримати доступ до командної оболонки пристрою, з якої він отримує повний контроль і може виконувати будь-які операції.

Якщо шелл-код здійснює підключення до порту комп'ютера атакуючого, що виробляється з метою обходу брандмауера або NAT, то такий код називається кодом зворотної оболонки (англ. Reverse shell shellcode).

Шелл-код зазвичай вбудовується в пам'ять експлуатованої програми, після чого на нього передається керування. В результаті хакер за допомогою спеціальних програм та команд керує політикою роботи пристрою.

Основна проблема полягає в тому, що виробники використовують дефолтні ключі зв'язку (link key) для своїх пристроїв, в гонитві за сумісністю з пристроями інших виробників, дешевизною і зручністю користувача. Використання дефолтних link keys і ставить під загрозу безпеку мережі в

цілому. До того ж, у стандарті ZigBee питання безпеки стоїть не на першому місці, основна увага приділяється зручності керуванню та зрозумілості для кінцевого користувача, через це безпечно ініціалізація і передача зашифрованих ключів всередині мережі сильно уразливі та потребують додаткового захисту, як приклад на стек протоколів ZigBee можна вбудувати додатковий шар захисту Thread, який би покращив безпеку передачі даних та захист ключів. За допомогою простого сніффінга, зловмисник здатний перехопити обмін ключами і впровадитися в мережу, використовуючи дефолтний link key. У підсумку, пристрої виявляються відкриті для man-in-the-middle атак, а мережа, активний мережевий ключ і всі комунікації всередині мережі - скомпрометовані.

Атака посередника

Атака посередника або атака «людина посередині» - вид атаки в криптографії, коли зловмисник перехоплює і підмінює повідомлення, якими обмінюються кореспонденти, причому жоден з останніх не здогадується про його присутності в каналі[3].

Метод компрометації каналу зв'язку, при якому зломщик, підключившись до каналу між контрагентами, здійснює втручання в протокол передачі, видаляючи або спотворюючи інформацію.

Принцип атаки

Атака зазвичай починається з прослуховування каналу зв'язку і закінчується тим, що криптоаналітик намагається підмінити перехоплені повідомлення, витягти з нього корисну інформацію, перенаправити його на який-небудь зовнішній ресурс[4-5].

Припустимо, об'єкт А планує передати об'єкту В якусь інформацію. Об'єкт С володіє знаннями про структуру і властивості використовуваного методу передачі даних, а також про факт передачі власне інформації, яку С планує перехопити. Для здійснення атаки С «представляється» об'єкту А як В, а об'єкту В - як А. Об'єкт А, помилково вважаючи, що він направляє інформацію В, посилає її об'єкту С. Об'єкт С, отримавши інформацію, і зробивши з неї деякі дії (наприклад, скопіювавши або модифікувавши в своїх цілях) пересилає дані власне одержувачу - В; об'єкт В, в свою чергу, вважає, що інформація була отримана ним безпосередньо від А.

Для успішного здійснення атаки необхідний збіг декількох факторів:

1) Сервер для з'єднання повинен підтримувати шифрування (EC) DH, мати сертифікат ECDSA без «X509 Key Usage» або «X509 Key Usage» з виставленим KeyAgreement (за даними дослідників, такі сервери становлять як мінімум 9,25% від всіх доступних HTTPS-серверів зі списку мільйона найпопулярніших сайтів Alexa.com[6].

2) Клієнт повинен підтримувати клієнтські сертифікати наступних типів:

- rsa_fixed_dh
- dss_fixed_dh
- rsa_fixed_ecdh
- ecdsa_fixed_ecdh

3) Клієнт повинен підтримувати Non-ephemeral (EC) DH і клієнтські сертифікати з таких:

- TLS_DH_DSS_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA
- TLS_ECDH_RSA_WITH_NULL_SHA
- TLS_ECDH_RSA_WITH_RC4_128_SHA
- TLS_ECDH_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA та інші.

Зловмисники можуть створити спеціальну версію програмного продукту, в якому сертифікат для атаки встановлений за замовчуванням. Також встановити його може і кіберзлочинець, що працює в компанії, яка займається розробкою софту. В такому випадку продукт не буде містити ніяких явних вразливостей, повністю відповідаючи специфікації TLS, таким чином ніщо не буде вказувати на наявність Backdoor (програми або програмного коду, який встановлюється на комп'ютері або пристрої, до якого зловмисник мав доступ, з метою повторного його використання).

Крім того, незважаючи на те, що механізм генерації і установки клієнтських сертифікатів, що використовується в сучасних пристроях, не має на увазі передачу секретного ключа з клієнтського комп'ютера, поширеною практикою серед різних компаній і організацій є попередньо згенеровані пари ключів клієнтам.

Як захиститися

Для зниження ймовірності здійснення атаки рекомендую провайдерам і розробникам ZigBee так і іншим, які використовують технологію TLS, виконати два кроки:

1. Відключити підтримку non-ephemeral (EC) DH handshakes;
2. Встановити розширення X509 Key Usage для сертифікатів ECDSA і DSS, а також відключити прапор KeyAgreement.

Крім того, внести виправлення в код програмних продуктів:

1. Відключити опції non-ephemeral (EC) DH handshake;
2. Відключити підтримку аутентифікації з використанням шифрування (EC) DH.

3. Розробникам реалізацій бібліотек TLS рекомендується негайно перевірити їх на предмет підтримки розширень X509 Key Usage, а також позначити в документації функції, що використовують шифрування (EC) DH, як застарілі і небезпечні.

Очевидно, що випуск патчів від виробників займе якийсь час, а потім потрібно буде оновити все описане ПО, що навряд чи можна зробити в найкоротші терміни. Весь цей час зловмисники можуть використовувати уразливості для атак.

Висновки

Новітні технології розвиваються з надзвичайною швидкістю, і кожного разу пропонують користувачеві більш зручні способи вирішення проблеми, проте за зручністю стоїть питання безпеки. Спрощення в користуванні технологій приводить до зростання дірок в безпеці та потенційних загроз, які можуть призвести до втрати особистих даних, або до більш масштабних наслідків. Якщо сучасні криптографічні засоби та алгоритми такі як AES мають високу стійкість до взломів, то зловмисники використовують людський

фактор в якості атаки, такі як слабкі паролі, не надійну авторизацію та інше. Частина провини лежить і на виробнику, оскільки не встановлює за замовчуванням надійну політику безпеки на створення паролів, та більш надійного способу підтвердження особистості.

Список літератури

1. *Брайан Хилл*. Полный справочник по Cisco, 735 ст, 2010 року
2. *Michael W. Lucas* Absolute OpenBSD. 2003. – 408 p.
3. *Брайан У. Керниган, Роб Пайк* Unix. Программное окружение. – 2007. – 486 с.
4. *Jerry Peek, Shelley Powers, Tim O'Reilly, Mike Loukides*. Unix Power Tools. – 2013. – 683 с.
5. Новый способ MITM-атаки на протокол TLS делает злоумышленника незаметным [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/pt/blog/267069/>. Дата обращения: 17.05.2015.

*Х.Б.Мирзокулов (Самаркандский филиал Ташкентского Университета
Информационных Технологий, Узбекистан)*

*Б. Акмурадов (Ташкентский Университет Информационных Технологий,
Узбекистан)*

Основы моделирования и симуляция систем связи в среде Anylogic

На сегодняшний день системы имитационного моделирования различных систем широко используются во всех сферах жизнедеятельности человека. В статье рассмотрены вопросы моделирования и симуляция систем связи с ограниченным буферным устройством. Получены и проанализированы результаты моделирования.

Модель вместо исходного объекта используется в случаях, когда эксперимент опасен, дорог, происходит в неудобном масштабе пространства и времени (долговременен, слишком кратковременен, протяжен...), невозможен, неповторим, ненагляден и т. д. Проиллюстрируем это:

– «эксперимент опасен» — при деятельности в агрессивной среде вместо человека лучше использовать его макет; примером может служить луноход;

– «дорог» — прежде чем использовать идею в реальной экономике страны, лучше опробовать её на математической или имитационной модели экономики, просчитав на ней все «за» и «против» и получив представление о возможных последствиях;

– «долговременен» — изучить коррозию — процесс, происходящий десятилетия, — выгоднее и быстрее на модели;

– «кратковременен» — изучать детали протекания процесса обработки металлов взрывом лучше на модели, поскольку такой процесс скоротечен во времени.

Процесс моделирования есть процесс перехода из реальной области в виртуальную (модельную) посредством формализации, далее происходит изучение модели (собственно моделирование) и, наконец, интерпретация результатов как обратный переход из виртуальной области в реальную. Этот путь заменяет прямое исследование объекта в реальной области, то есть лобовое или интуитивное решение задачи. Итак, в самом простом случае технология моделирования подразумевает 3 этапа: формализация, собственно моделирование, интерпретация (рис. 1).

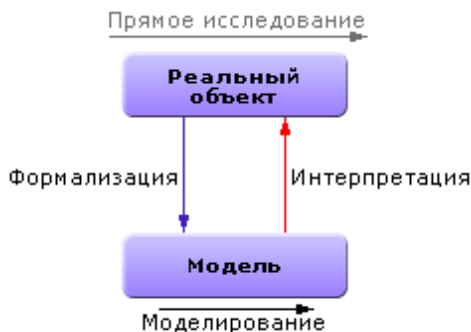


Рис. 1. Процесс моделирования (базовый вариант)

При ИМ дискретных процессов в современной практике в качестве инструментального средства получила широкое распространение система общецелевого назначения GPSS World, являющаяся последним современным представителем семейства языков моделирования GPSS.

В последние годы наряду с ней применяется система моделирования AnyLogic. AnyLogic разработана компанией «The AnyLogic Company» на основе современных концепций в области информационных технологий и результатов исследований в теории гибридных систем и объектно-ориентированного моделирования. Это комплексный инструмент, охватывающий в одной модели основные в настоящее время направления моделирования: дискретно-событийное, системной динамики, агентное. Многоподходность не характерна для существующих систем моделирования. Агентные модели не позволяют создавать ни одна из известных систем моделирования, в том числе и GPSS World.

В примере имитационной модели обработки запросов сервером посвящена первичному знакомству с AnyLogic 7 и приёмам работы с ней. Уделено также внимание приёмам разработки презентаций.

В ходе создания модели мы должны выполнить следующие задачи. Сервер обрабатывает запросы, поступающие с автоматизированных рабочих мест с интервалами, распределёнными по показательному закону со средним значением 2 мин.

Построить имитационную модель для определения математического ожидания времени и вероятности обработки запросов.

Сервер представляет собой однофазную систему массового обслуживания разомкнутого типа с ограниченной входной ёмкостью, то есть с отказами, и абсолютной надёжностью (рис. 2).

На рис. 2 приведены также объекты AnyLogic, которые будут использованы для создания диаграммы процесса. На них мы остановимся позже. Приступим к созданию диаграммы процесса.

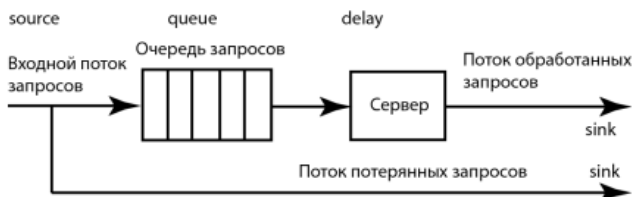


Рис.2. Сервер как система массового обслуживания

Исходя из диаграммы процесса создаем модель в среде моделирования Anylogic(Рис 3).

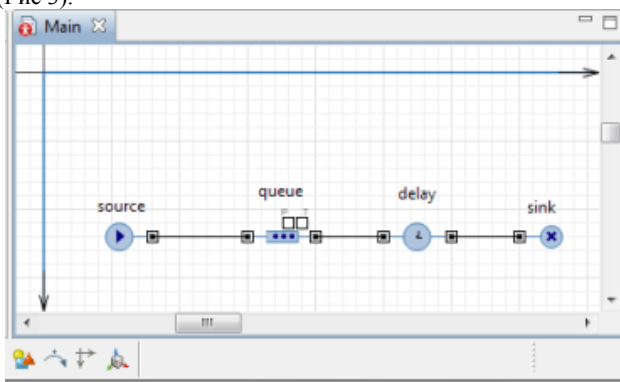


Рис. 3. Диаграмма системы массового обслуживания

Объект **Source** генерирует заявки определенного типа. Обычно он используется в качестве начальной точки диаграммы формализующий поток заявок. В нашем примере заявками будут запросы на обработку сервером, а объект Source будет моделировать их поступление.

Объект **Queue** моделирует очередь заявок, ожидающих приема объектами, следующими за данным в диаграмме процесса. В нашем случае он будет моделировать очередь запросов, ожидающих освобождения сервера.

Объект **Delay** задерживает заявки на заданный период времени. Он представляет в нашей модели сервер, обрабатывающий запросы.

Объект **Sink** уничтожает поступившие заявки. Обычно он используется в качестве конечной точки потока заявок (и диаграммы процесса соответственно).

Симулируемый процесс поможет узнать характеристики и оптимизировать устройства временной памяти и обслуживающего устройства. Этот модель также характеризует системы массового обслуживания со стохастическим или экспоненциальным входным потоком данных. В ходе моделирование системы задаются начальные параметры трафика и параметры настройки оборудования используемых при моделировании систем.

Из полученных данных можно узнать параметры моделируемых систем, оптимизировать и улучшать работу систем телекоммуникационных технологий.

В основном из результатов имитационной модели можно узнать такие параметры как использованность системы (Utilization), длина очереди, среднее время нахождения заявки в системе обслуживания. Для детального изучения процесса в программу встроено язык программирования Java, с помощью которого программируются различные процессы.

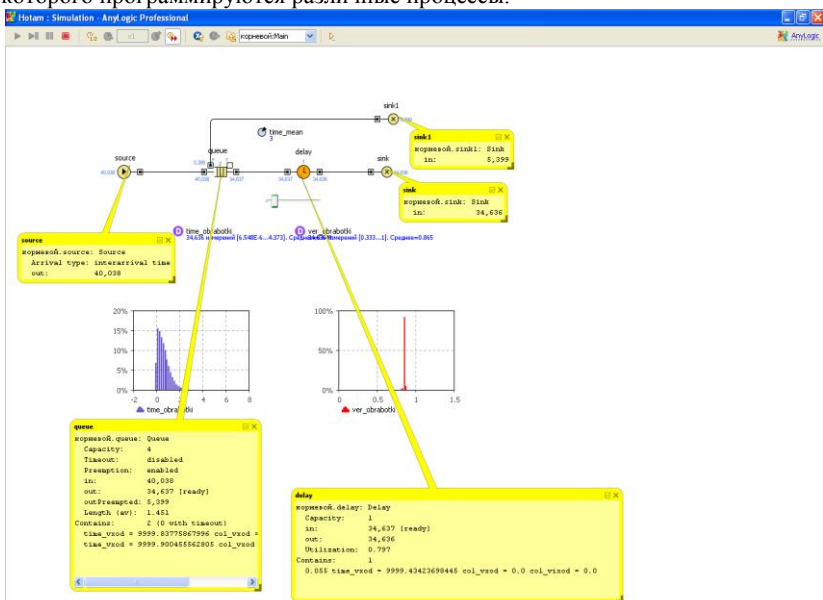


Рис. 4. Симуляция построенной системы связи

Из полученных результатов симуляции можно определить такие параметры как, эффективность системы, время ожидания в очереди пакета, время проведения пакета в сети и другие параметры.

Список литературы

1. Боев В.Д., Моисеев Р.А. Имитационная модель самоорганизующейся сети связи. – Инфокоммуникационные технологии в инновациях. – СПб.: Политехника, 2012.
2. Шеннон Р. Имитационное моделирование – искусство и наука – М.: Мир, 1978.

Оптимізація текстово-графічних даних з застосуванням алгоритму Брезенхема

У деяких випадках, оброблені масиви даних надають статистичну інформацію, як кінцевий результат обчислень та не відображають плин процесу досліджуваного об'єкту.

Цифрові дані, отримані через мережу Інтернет, в мультиплатформних системах обробки інформації, можуть потребувати додаткової обробки або створювати значне навантаження на мережу в процесі передачі. Дотримуючись певного стандарту структурування даних, можливо досягти підвищення продуктивності, яке регламентується програмним інтерфейсом обміну. У деяких випадках, оброблені масиви даних надають статистичну інформацію, як кінцевий результат обчислень та не відображають плин процесу досліджуваного об'єкту.

Для прикладу необхідно розглянути ситуацію, коли за такий об'єкт приймається зона жвавої міської вулиці, а джерелом даних є камера відеоспостереження, яка фіксує рухомі об'єкти. Отриманий відеопотік підлягає обробці через спеціалізоване програмне забезпечення. Як показано на зображенні нижче (рис. 1), програма фіксує рухомі об'єкти порівнюючи сусідні кадри. Оскільки передача самого відеопотоку є витратним процесом, властивості рухомих об'єктів кодуються в текстові послідовності, придатні для швидкої передачі на сервер для подальшого підрахунку.

Програмним інтерфейсом визначається формат передачі даних, відповідний до описаного нижче прикладу.

```
Array = [
  name: 'Object1',
  points: { [x0, y0, datetime_x0y0], [x1, y1, datetime_x1y1]
}
]
```



А

Б

Рис. 1. Визначення динамічних об'єктів у кадрі.

А) порівняння сусідніх кадрів; Б) виявлення рухомих частин.

Однак, в такому вигляді, інформація має лише статистичну користь, яка надає лише кількісну характеристику проведених вимірювань. Інформація буде збережена у базі даних в табличному вигляді і буде доступна для отримання відповіді на питання про кількість зафіксованих за визначений проміжок часу.

У певному часовому розрізі, збережені значення можуть продемонструвати процес формування. Представлення такої інформації можливе лише у графічному вигляді, тому слід привести розраховані значення до матричного вигляду.

Враховуючи, що уся отримувана інформація завжди відповідатиме визначеному формату, має сенс у автоматичному режимі виконувати перетворення масиву *points*, до скупчення точок формуючих цифровий трек руху об'єкта. Відсутність усіх точок шляху заповнюється за рахунок застосування алгоритму Брезенхема. Спочатку проводиться вибірка даних за $n-1$ одиниць часу, що не перевищують попередню вибірку. З огляду на те, що послідовність значень x і y в масиві *points* відповідають одному треку одного об'єкта, для виявлення повного шляху проходження до кожних двох сусідніх пар координат застосовується звичайна формула визначення координат між точками.

$$y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0) + y_0 \quad (1)$$

Програмна реалізація вказаного алгоритму дозволяє отримати усі можливі точки, через які вірогідно переміщався об'

```
public function getFullTrack() {
    $matrix = [];
    for ($i = 1; $i < dx; $i++) {
        $matrix[$x][$y]++; // put weight to result matrix
    } while (t >= 0) {
        if ($changeFlag) {
            $x += $s1;
        } else {
            $y += $s2; // increase by 1 unit
        }
        $t = $t - 2*$dx; // correction
    }
    if ($changeFlag) {
        $y += $s2;
    } else {
        $x += $s1;
    }
    $t = $t + 2*$dy; // next step correction
} return $matrix;
}
```

Після обробки початкового масиву, на виході буде отримано повний масив усіх можливих координат проходження об'єкта.

```
points: {  
    [x0, y0, datetime_x0y0],  
    [x0_1, y0_1, datetime_x0y0],  
    [x0_2, y0_2, datetime_x0y0],  
    [x1, y1, datetime_x1y1]  
}
```

Даний алгоритм векторної растеризації стає доречним при обробці об'єктів з великою швидкістю пересування. Однак, очевидним є той факт, що координати об'єкта в кадрі розраховується відносно розширення відеопотоку. Відповідно, якщо 10 об'єктів різного розміру пройдуть один шлях, їх координати їх цифрових треків суттєво відрізнятимуться.

Щоб уникнути розкидання значень, необхідно виконати повторне перетворення матриці із додаванням точок з однаковими парами координат. На наступному кроці використовується збільшена сітка координат, кадр розбивається на рівні області за формулою, яка описує приналежність отриманої точки до збільшеної сітки. Отже, вихідні координати $x = 7$ та $y = 35$, перетворюються до 0 і 3 відповідно. В результаті буде сформована двовимірна матриця з значеннями кількості фіксацій об'єктів у певній зоні кадру.

Перед нанесенням даних, з відеопотоку виймається кадр без рухомих об'єктів, який слугитиме “сценою” для формування графічного файлу. Наступним кроком виконується нанесення усіх точок з масиву *points*, що дає змогу побачити напрямки руху усіх зафіксованих об'єктів (рис. 2А). Далі проводиться аналіз значень матриці, визначаються діапазон найменших, середніх та найбільших значень. Відповідно, буде отримано графічне роз'яснення, від світліших до більш темних зон, в яких об'єкти фіксуються найчастіше (Рис. 2,Б).

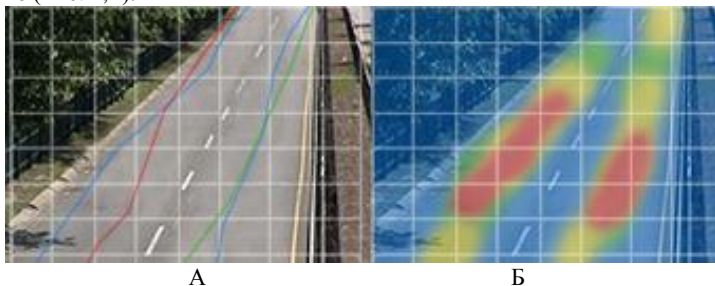


Рис. 2. Застосування графічного накладання.

А) цифрові треки пересування; Б) місця найбільшого накопичення.

Розроблений підхід надає можливість оптимізувати вихідні дані і привести їх до графічного виду без втрат властивостей, що диктуються початковими вимогами до формату даних. Що в свою чергу дозволяє, особі що приймає рішення, наочно оцінити реальну ситуацію в досліджуваній зоні. В даному прикладі це можна використовувати для аналізу щільності трафіку,

рівномірності використання транспортної мережі, зношуваності дорожнього полотна та іншої аналітичної інформації. Описаний алгоритм може бути застосований для будь яких систем аналізу рухомих об'єктів.

Список літератури

1. David F. Rodgers. ProceduralElementsforComputerGraphics / D. Rodgers. McGrawHill, 1998.
2. EsterMartinez-Martin. RobustMotionDetectioninReal-LifeScenarios / E. Martinez-Martin, A. delPobil, SpringerLondon, 2012.

Р.Ю. Омельченко
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. І.Сікорського», Україна)

Використання програмного продукту Zabbix при побудові систем моніторингу мереж зв'язку

Розглянуто перспективи використання програмного забезпечення Zabbix для моніторингу телекомунікаційних мереж зв'язку. Наведено структурні компоненти Zabbix, описано основні можливості продукту.

Моніторинг телекомунікаційних мереж був і залишається найважливішою частиною системного і мережевого адміністрування. Але якщо для невеликої мережі часто достатньо час від часу слідкувати за файлами реєстрації чи протоколами, то в разі великих систем доводиться використовувати спеціалізовані засоби. Одним із таких є система моніторингу мереж Zabbix [1].

Zabbix – це система моніторингу та відстеження статусів різноманітних сервісів комп'ютерних мереж, що містять UNIX-подібні чи Windows хости, серверів та мережевого обладнання. Вона була розроблена в 1998 році Олексієм Владишевим як проект внутрішнього програмного забезпечення. Перша публічна версія Zabbix була випущена 2001 р., а перша стабільна версія системи 1.0 з'явилась в 2004 р [2].

Архітектура Zabbix складається з кількох підсистем, які можуть бути розміщені на різних машинах:

- Сервер моніторингу, в обов'язки якого входить отримання і обробка даних, їх аналіз і вироблення певних дій, залежно від ситуації. В основному це сповіщення адміністратора;
- База даних, в якості якої можуть використовуватися SQLite, MySQL, та Oracle;
- Веб-інтерфейс, який відповідає за управління моніторингом та діями, а також за візуалізацію. Веб-інтерфейс системи написаний на PHP;
- Агент Zabbix, який запускається на тій машині / пристрої, з якої необхідно знімати дані. Його наявність хоч і бажана, але, якщо встановити його на пристрій неможливо, можна обійтися протоколом SNMP (Simple Network Management Protocol);
- Zabbix проху - використовується в основному в тих випадках, коли необхідно вести моніторинг сотень і тисяч пристроїв для зниження навантаження на сервер моніторингу [1].

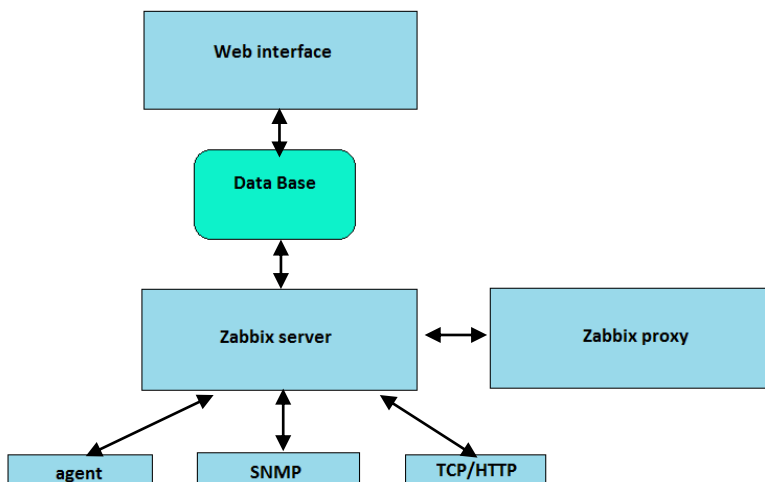


Рис.1 Узагальнена архітектура системи Zabbix

Якщо необхідно провести моніторинг стану серверів та інших комп'ютеризованих робочих місць за допомогою Zabbix, то це можна зробити двома способами. Перший спосіб- за допомогою SNMP-запитів, з відправкою яких Zabbix чудово справляється. Другий полягає у використанні Zabbix агента, який запускається на системі, за якою ведеться спостереження [3].

Список спостережуваних параметрів включає в себе як такі прості речі, як завантаження процесора, використання пам'яті, так і більш складні, такі як відстеження факту зміни будь-якого файлу. Можливості Zabbix агента ростуть від версії до версії.

Моніторинг великої кількості пристроїв вимагає в допомогу інструменти автоматизації, інакше складно проводити «вручну» налаштування параметрів моніторингу для великої кількості вузлів, до того ж завжди є можливість допустити помилку. Zabbix має набір інструментів для автоматизації: це шаблони, виявлення мережевих пристроїв, автореєстрація Zabbix-агентів [3].

Також дана система дозволяє проводити веб-моніторинг. Для активації веб-моніторингу необхідно створити веб-сценарії. Сценарій станів з одного або декількох запитів HTTP або "кроків". Зібрані дані з виконання веб-сценаріїв зберігаються в базі даних. Ці дані автоматично використовуються для графіків, тригерів і оповіщень.

Серед основних можливостей системи моніторингу Zabbix можна виділити наступні:

- розподілений моніторинг до 1000 вузлів;
- сценарії на основі моніторингу;
- централізований моніторинг лог-файлів (перевірка файлів реєстрації на помилковість);

- автоматичне виявлення (автоматичне виявлення за діапазоном IP-адрес і SNMP-перевірка);
- SLA (Service Level Agreement) моніторинг (регулювання взаємовідносин між підрозділами організацій, перелік параметрів якості тощо);
- комплексна реакція на події;
- гнучка система шаблонів і груп;
- можливість створювати карти мереж [2].

Таким чином, система моніторингу Zabbix є досить ефективним засобом контролю параметрів телекомунікаційних мереж, що дозволяє вести спостереження за великою кількістю кінцевих вузлів, своєчасно надавати інформацію про стан мережі і проводити дії щодо управління нею.

Список літератури

1. Использование Zabbix для мониторинга критических систем [Електронний ресурс] // Журнал "Хакер". – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://xaker.ru/2014/08/13/using-zabbix/>
2. Zabbix [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Zabbix>
3. Система мониторинга Zabbix [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://habrahabr.ru/company/zabbix>.

М.М. Орлова, к.т.н., доцент,
І.В. Мосійчук,
(Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського», Україна)

Модифікований алгоритм пошуку найкоротших маршрутів передачі інформації в однорангових мережах

У даній статті описаний алгоритм маршрутизації для рівний-рівному корпоративної мережі на основі decentralized алгоритму. Знаходження найкоротшого маршруту передачі, щоб збільшити швидкість обміну ресурсами в цій мережі.

Вступ

Глобалізація та швидкий розвиток прогресу створюють безліч нових можливостей для комунікації сучасної людини. Стрімкий потік інформації та розвиток мережі Інтернет пришвидшують взаємодію між людьми навіть на великих відстанях. Для поліпшення такої взаємодії використовуються нові методи передачі інформації, основною вимогою до яких є забезпечення високої швидкості. При цьому чим краще структурована мережа, тим швидша взаємодія між відправником та отримувачем інформації.

На сьогодні значного поширення набули однорангові комп'ютерні мережі, які забезпечують обмін даними між користувачами без центрального сервера, та мають рівнозначні зв'язки між модулями. З алгоритмічної точки зору, це мережі, в яких можна спостерігати феномен «Світ тісний» [1], тобто мережі, в яких передача повідомлень ефективна при використанні тільки локальної інформації, тобто інформації про вузли, які з'єднані безпосередньо з сусідніми вузлами (модулями) мережі.

В даній роботі розглядаються особливості локальної мережі, побудованої на основі мережі Джона Клайнберга [2], та її функціонування з використанням децентралізованого алгоритму.

Постановка задачі

Метою роботи є розробка модифікованого способу передачі пакетів даних між вузлами корпоративної мережі та дослідження його характеристик.

Теоретичні відомості

Існує феномен, що зветься «Світ тісний» («The small-world phenomenon»), який полягає в тому, що всі люди пов'язані між собою коротким ланцюгом знайомств. Це явище почали вивчати в соціальній науці, а згодом і в інших науках, наприклад, в дискретній математиці, теорії графів, теорії мереж тощо та використовувати в техніці та ІТ технології.

В теорії графів розглядається цей граф, що є різновидом графа, з наступною властивістю: дві довільні вершини a та b , які не є суміжними, зв'язані між собою за допомогою невеликої кількості переходів через інші вершини. На рис.1 представлено один з прикладів такого графу.

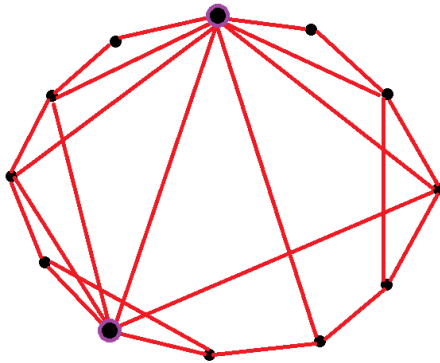


Рис. 1. Граф «Світ тісний»

Структура мережі, яка описується за допомогою графів, характеризується наступними критеріями:

- її структура повинна бути відома для сусідніх вузлів;
- містити короткі шляхи до більшості віддалених вузлів;
- зв'язки між вузлами мають однакову вагу (рівнозначні зв'язки з однаковою метрикою).

Таким чином, маршрутна інформація від сусідніх вузлів мережі може бути використана для побудови шляхів до віддалених вузлів, які не мають безпосередніх зв'язків з даним вузлом (модулем).

В загальному випадку структура комп'ютерної мережі може бути представлена двовимірним графом, ребра якого є ортогональними і характеризують канали з'єднання, а вершини – вузли.

Розглянемо двовимірну мережу, граф якої представляє квадратну матрицю розміром $n \times n$, де $n=6$ (рис. 2). В цій мережі кожен вузол з'єднаний з p локальними сусідніми вузлами ($p > 1$) і не з'єднаний з жодним віддаленим вузлом ($q = 0$). А всі зв'язки між вузлами мають однакову вагу.

В такому випадку манхетенська метрика $d((i, j), (k, l))$ між двома вузлами з координатами (i, j) і (k, l) , тобто відстань між двома вузлами мережі, що дорівнює сумі різниць координат вузлів, взятих по модулю, буде визначатися за наступною формулою

$$d((i, j), (k, l)) = |k - i| + |l - j|.$$

Фактично, ця відстань дорівнює кількості кроків між вузлами при передачі обраним маршрутом.

У випадку коли $q > 0$, наприклад, $q=2$ (рис.3), для вузла u вузли v та w є віддаленими модулями (контактами). Тобто вузол u має локальну інформацію про 4 сусідні вузли та 2 віддалені модулі.

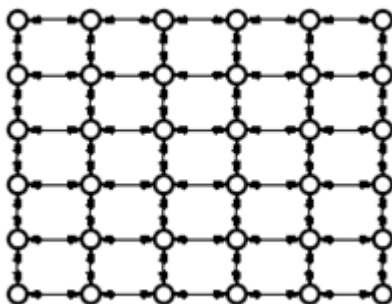


Рис. 2. Двовимірна сітка з $n = 6$, $q = 0$

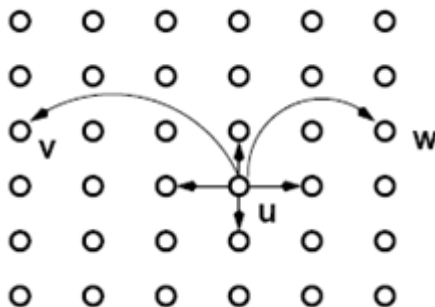


Рис. 3. Контакти вузла u при $q = 2$, де v та w - віддалені контакти.

Цей підхід має просту географічну інтерпретацію: вузли «знаходяться в мережі» і знають в певній кількості кроків у всіх напрямках своїх сусідів (сусідні вузли), також у них є кілька «знайомих», які знаходяться далі. Вважаючи p і q фіксованими константами, розглядають одне параметричне сімейство мереж. Тоді отримуємо рівномірний розподіл віддалених контактів (вони вибираються незалежно від своєї позиції в мережі). При збільшенні кількості віддалених модулів, контакти вузла стають все ближче один до одного. Таким чином, параметр q є базовим і вимірює, наскільки логічно розгалуженою є дана мережа. При $q=0$ маємо рівномірний розподіл віддалених вузлів.

Алгоритмічна компонента передачі даних в такій мережі ґрунтується на експерименті Мілграма [3], який полягає в наступному: для двох випадкових вузлів мережі виконується пошук найкоротших шляхів передачі інформації (з найменшою кількістю кроків), для чого застосовуються децентралізовані алгоритми.

Децентралізовані алгоритми – це механізми, за допомогою яких повідомлення передається послідовно від одного вузла (поточного) до іншого використовуючи локальну інформацію. На кожному кроці поточний вузол на маршруті передачі має наступні відомості:

- множина локальних контактів;
- місце розташування пункту призначення (кінцевого вузла, отримувача) в мережі;
- місце розташування вузлів, що вже використовувались для передачі інформації.

Очікуваний час доставки для децентралізованого алгоритму представляє собою очікувану кількість кроків, яку виконує алгоритм для доставки повідомлення до отримувача. Недоліком даного алгоритму є те, що для пошуку маршруту передачі між віддаленими вузлами використовується тільки локальна інформація, що зазвичай є дуже суттєвим обмеженням.

Модифікований алгоритм пошуку найкоротших шляхів маршруту.

Даний алгоритм передбачає для пошуку необхідного шляху передачі використання не тільки локально інформації, а й відомості про деякі віддалені вузли, що дозволить скоротити час як пошуку маршруту, так і передачі даних між віддаленими вузлами.

Для цього для кожного вузла додаються спеціальні ярлики, які вибираються випадково.

Манхетенська відстань $d(a, b)$ між $a = (a_x; a_y)$ та $b = (b_x; b_y)$ буде дорівнювати $d(a, b) = |a_x - b_x| + |a_y - b_y|$, а ймовірність вибору вузла b в якості вузла подальшої передачі $1/d(a, b)^q$ для деякого $q > 0$ яке не залежить від a та b .

Після отримання даної інформації за допомогою методу «Rejection sampling» визначаємо наступний вузол на шляху передачі за критерієм найменшої ймовірності, що дозволяє зменшити шлях передачі і отримати менший час передачі.

Визначимо наступний вузол на шляху передачі за критерієм найменшої ймовірності.

Середній час маршрутизації визначається через середню кількість обраних кроків, яка необхідна для з'єднання двох вузлів обраних рівномірно та випадковим чином в мережі, де ярлики генеруються в відповідності до попереднього розподілу.

Модифікація децентралізованої маршрутизації полягає в тому що вибирається конкретний вузол, що є найближчим за манхетенською відстанню до пункту призначення. При цьому шлях передачі пакетів даних між двома випадково вибраними вузлами мережі найкоротшим.

Результати роботи запропонованого модифікованого алгоритму для двовірної мережі 4x4 при випадковому виборі вузлів відправлення та отримання інформації та її порівняння з базовим з базовим алгоритмом представлено на рис. 4.

Для визначення характеристик розробленого алгоритму було проведено 100 експериментів для випадково обраних вузлів відправника та отримувача інформації. При проведенні дослідження визначалась залежність кількості знайдених найкоротших маршрутів від кількості проміжних вузлів.

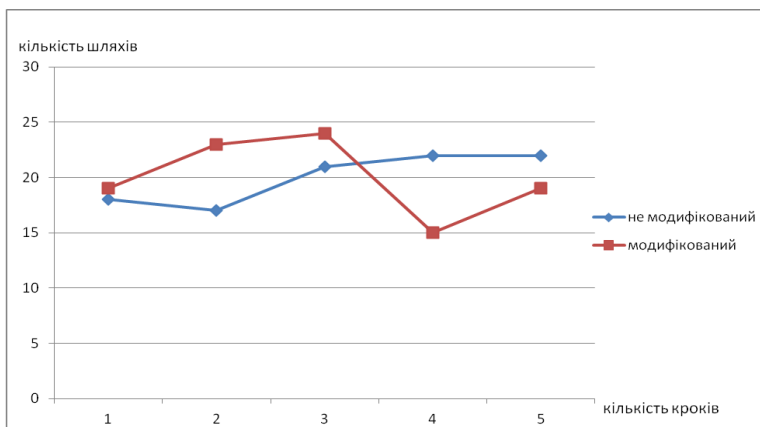


Рис. 4. Графік Порівняння модифікованого методу та базового (не модифікованого)

Висновок

В роботі проаналізовано децентралізований алгоритм передачі даних у одноранговій мережі, з рівнозначними зв'язками між вузлами, побудованій на основі графу «Світ тісний». Запропонована досліджена модифікована версія даного алгоритму з використанням методу «Rejection sampling».

Проведені дослідження показують, що при виборі 100 випадкових пар взаємодіючих вузлів кількість найкоротших шляхів довжиною 1 крок (1 проміжний вузол) дорівнює 19 (18 – для базового); довжиною 2 кроки відповідно 23 та 17; 3 кроки – 21 та 24; 4 кроки – 22 та 15; 5 кроків (вузлів) – 22 та 19.

Тобто кількість найкоротших шляхів менша у модифікованого алгоритму. А це значить що він є більш швидким способом передачі даних в такій мережі.

Список літератури

1. J. Kleinberg. Small-world Phenomena and the dynamics of information. Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS). - 2001 p. 14.
2. J. Kleinberg. Query Incentive Networks. Proc 46 the IEEE Symposium of Foundation of Computer Science.- 2005.
3. S.Milgram. The small world problem. Psychology today1.- 1967.
4. J. Kleinberg. Small-world Phenomenon and decentralized search. Siam news. - 2004. Volume 37, number 3.
5. Rejection sampling [Електроний ресурс] Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Rejection_sampling.

*С.Л. Рзаєва, кандидат технічних наук,
(Київський національний торговельно-економічний університет, Україна)*

*Д.О. Рзаєв, старший викладач,
(ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана», Україна)*

Інформаційна безпека електронних платіжних систем

Розглядаються питання інформаційної безпеки електронних платежів, аналізу існуючих ризиків пов'язаних зі здійсненням транзакцій та користуванням електронними платіжними системами, проблем, що виникають при забезпеченні інформаційної безпеки електронних платежів.

Інформаційна безпека означає можливість протистояти спробам нанесення збитків власникам або користувачам платіжної системи при різних навмисних або ненавмисних впливах на неї. Система захисту інформації повинна забезпечувати безперервний захист інформації щодо переказу коштів на всіх етапах її формування, обробки, передачі та зберігання.

Використовуючи для оплати банківську платіжну (розрахункову) картку покупець підтверджує свою кредитоспроможність передаючи продавцю номер своєї картки. Продавець може перевірити банківський рахунок клієнта і передати йому чек, який покупець засвідчує своїм підписом. Оплата банківською картою через Інтернет проходить аналогічно, але це пов'язано з додатковими ризиками, тому використовуються додаткові засоби забезпечення безпеки транзакції й ідентифікації продавця і покупця.

Для обробки інформації, що містить платіжні реквізити використовуються посередники, які забезпечують відповідний рівень захищеності транзакції від небажаних наслідків і забезпечення конфіденційності.

Основною проблемою, що виникає при забезпеченні інформаційної безпеки електронних платежів, є проблема захисту інформації в електронних платіжних системах. Розв'язання цієї проблеми пов'язано з використанням smart-карт, криптографічних методів та захищених протоколів взаємодії.

Основні ризики та проблеми, які виникають при користуванні електронними платіжними системами:

- ризик недоотримання платежу (повного або часткового);
- ризик перехоплення, модифікації та підроблення конфіденційної інформації;
- ризики шахрайства, зокрема і зі сторони клієнта;
- ризики повернення платежів.

Ризики обумовлені складністю перевірки особи покупця, недостатнім рівнем розвитку електронних платіжних засобів і доставки. З метою зниження впливу вище зазначених ризиків і проблем використовуються різноманітні рішення:

- розроблені механізми ідентифікації покупців і продавців (клубні системи, цифрові сертифікати, тощо);
- використання при передачі конфіденційних даних захищених протоколів (наприклад, SHTTP) і шифрування;
- використання спеціалізованих компаній для доставки товарів;
- запровадження різноманітних систем проти шахрайства.

В забезпеченні інформаційної безпеки системи електронних платежів чималу роль відіграють питання формування в користувачів певної дисципліни, а також формування конкретних етичних норм, обов'язкових для виконання всіма, хто працює з комп'ютерами. Експерти Національного наукового фонду США створили своєрідний “кодекс поведінки” фахівця у сфері інформаційних систем електронної комерції, а саме неетичними потрібно вважати будь-які навмисні або ненавмисні дії, які:

- порушують нормальну роботу комп'ютерних систем;
- викликають додаткові витрати ресурсів (машинного часу, лінії передачі тощо);
- руйнують цілісність інформації, що зберігається й обробляється в комп'ютерних системах;
- порушують інтереси легальних користувачів;
- викликають незаплановані витрати ресурсів на ведення додаткового контролю, відновлення працездатності систем, видалення наслідків порушення безпеки систем та ін.

Для забезпечення принципів інформаційної безпеки необхідно на етапі проектування або вибору систем електронних платежів розробити концепцію політики інформаційної безпеки, а саме: доступність; цілісність; конфіденційність.

Унаслідок аналізу формулюються загальні положення інформаційної безпеки: цілі і пріоритети, які переслідує організація у сфері інформаційної безпеки; загальні напрями в досягненні цих цілей; посадові особи та їх обов'язки щодо реалізації програми інформаційної безпеки.

Потім розробляється політика інформаційної безпеки, яка передбачає такі етапи:

- аналіз ризиків;
- визначення вимог до засобів захисту;
- вибір основних рішень щодо забезпечення режиму інформаційної безпеки тощо.

Висновки

Проблема інформаційної безпеки електронних платіжних систем і ефективна протидія шахрайству є дуже важливою передумовою проведення трансакцій. Основними проблемами в галузі безпеки платежів слід назвати захист конфіденційної інформації в системах електронних платежів і безграмотність самих користувачів, які нехтують елементарними нормами безпеки, і більшість випадків шахрайства стає можливим з вини самих власників пластикових карток. Для забезпечення захисту інформації в

електронних платіжних системах необхідно і достатньо, щоб зміна станів системи спричиняла тільки їх безпечність, якщо початковий стан був безпечним.

Список літератури

1. Рзаєв Д. О. Особливості розробки моделі системи захисту інформації / Д. О. Рзаєв, С. Л. Рзаєва // Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки : зб. наук. пр. V Міжнар. наук.-практ. конф. 26–28 квіт. 2016 р. –Черкаси : Брама-Україна, 2016. – С. 167–168.
2. Берко, А. Ю. Методи та засоби оцінювання ризиків безпеки інформації в системах електронної комерції / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька, І. В. Рішняк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 610 : Інформаційні системи та мережі. – С. 20-33.
3. Крупник А. Бизнес в интернет. – М.: Микроарт, 2002.
4. Холмогоров В. Интернет – маркетинг. – СПб.: Питер, 2001.

Ю.П. Чаплінський, к.т.н., О.В. Субботіна
(Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, Україна)

Контекст та шари розгляду онтології прийняття рішень

Показана актуальність використання контексту та онтологічного підходу до реалізації процесу прийняття рішень. Визначено використання контексту при прийнятті рішень. Представлені шари процесу прийняття рішень Розглянуто онтологію шарів, що представляє процес прийняття рішень на основі контекстів.

Сучасні підходи до прийняття рішень вимагають використовувати не тільки особливості дійсності, які є найважливішими для конкретної ситуації прийняття рішень або задачі прийняття рішень, а розглядати різні аспекти прийняття рішень, які можуть бути змодельовані та досліджені один незалежно від одного та можуть базуватися не тільки на знаннях окремої предметної області, а на деякій сукупності проблемних областей.

З іншого боку прийняття рішень в багатьох системах управління описуються взаємозв'язаними задачами. При цьому необхідно враховувати поведінковий аспект (описує ситуації прийняття рішень та порядок, в якому розглядаються задачі та в якому виконуються відповідні дії), організаційний аспект (описує структуру середовища прийняття рішень, ресурси та засоби та визначає організаційну структуру, в якій розв'язання задачі виконується або виконано, та відношення між елементами структури), інформаційний аспект (описує інформацію, що використовується при прийнятті рішень, як вона представляється та як вона може застосуватися). Слід також зауважити, що прийняття рішень базується не тільки на знаннях окремої предметної області (ПрО), а також на деякій сукупності предметних областей, яка визначає певну проблемну область.

В рамках такого розгляду необхідно розв'язувати задачі, що пов'язані з формалізацією та структуризацією характерних ознак знань задач та процесів прийняття рішень за допомогою спеціально розроблених моделей представлення відповідних знань.

Для використання знань та реалізації процесу прийняття рішень, представлення інтегрованого середовища прийняття рішень, взаємодії між складовими частинами середовища, опису предметних областей та розв'язання задач в такому середовищі будемо використовувати методологію розробки системи підтримки прийняття рішень, основою якої є онтологія, як засіб явного розуміння та представлення областей та процесів прийняття рішень, що інтегрує методи системного, процесного та ситуаційного аналізу.

Під онтологією будемо розуміти систему, що описує структуру певної проблемної області або множини проблемних областей та складається з множини класів понять, зв'язаних відношеннями, їх визначень та аксіом, що задають обмеження на інтерпретацію цих понять в рамках даної проблемної області або їх множини [1]. Мета такої онтології полягає в тому, щоб

забезпечити інтегровану концептуальну основу для того, щоб визначити, зрозуміти, структурувати та представляти явища при прийнятті рішень за допомоги СППР. Для цього всі знання, що використовуються, розглядаються в розрізі знань, що описують контекст, та знань, що описують контент.

Під предметною областю будемо розуміти частину реального світу, що розглядається в межах певного контексту, який може задавати область знання, галузь діяльності – в широкому сенсі, а у вузькому – область дослідження, область діяльності підприємства, конкретного фахівця і так далі. Таким чином, предметна область з точки зору прийняття рішень визначається у вигляді сукупності базових структурованих понять (базових модельних об'єктів та відношень між ними); правил формування моделей об'єктів, що не зводяться до однієї з базових моделей, у вигляді спеціальних структур, що утворюються з базових понять; методів аналізу задач, моделей та методів предметної області.

Будемо розуміти під підтримкою прийняття рішень інтелектуальну комп'ютерну технологію посилення можливостей людини, що приймає рішення (ЛПР), в процесі спостереження за станом проблемної області, діагностики проблемних ситуацій і цілей дій, планування дій та генерацію способів їх реалізації, формування раціональних варіантів рішень з використанням експертних знань і методів моделювання та оптимізації. Система підтримки прийняття рішень є системою, яка визначає, створює та управляє виконанням процесами прийняття рішень за допомогою відповідного інформаційного, алгоритмічного та програмного забезпечення. Базуючись на них, реалізація процесів прийняття рішень в рамках СППР звертається до осіб, організаційних одиниць, посад, ролей, задач, ресурсів, об'єктів та їх відношень відповідним способом. Реалізація процесів прийняття рішень та інтеграція складових прийняття рішень буде базуватися на представленні багаторівневої системи управління та прийняття рішення в ній через модель деякого контексту.

Використання онтології [2] надає можливість отримання контексту, що базується на структурованих знаннях проблемної області. Тут онтологією для підтримки розв'язання задач прийняття рішень та процесу прийняття рішень будемо розуміти взаємопов'язану множину онтологій, що представляє собою багаторівневу асоціативну структуру [2], яка включає мета-онтологію; базову онтологію; контекстну онтологію; множину онтологій представлення процесу прийняття рішень, що включає представлення задач та їх розв'язання на рівні проблемної області, онтологій предметно-формального та формального представлення та реалізації цього процесу; онтологію реалізації, що включає опис програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень; онтологію представлення користувача та взаємодії з ним; модель машини виведення, що асоціюється з множиною визначених онтологій.

Для опису контексту необхідно визначити поняття та конструкції, які визначають природу, структуру та представлення процесу формування та прийняття рішень і відповідних складових областей, які описують такий процес. Контекст повинен бути описаний стандартизованим способом.

Представлення знань процесу прийняття рішень повинне підтримувати операції, що необхідні для представлення контексту та управління ним.

В роботі будемо розглядати контекст як концептуальну або інтелектуальну конструкцію, яка складається з понять в межах відповідних контекстних областей та допомагає нам зрозуміти, проаналізувати та використовувати природу, значення та ефекти через елементарні сутності у відповідному середовищі або обставинах. Також контекст представляє ціле, що визначається через певні сутності, які є важливими при даному розгляді.

Процес прийняття рішень будемо розглядати через взаємодію інформаційних об'єктів, що збираються, зберігаються, оброблюються, поширюються та інтерпретуються. Інформаційні об'єкти можуть перебувати у лінгвістичній або концептуальній формі.

Область прийняття рішень будемо розглядати як багат шарову структуру, яка включає область проблем, область моделей, область методу та область реалізацій. Область прийняття рішень можна декомпонувати на елементарні об'єкти, кожен з яких описується сукупністю атрибутів. Такі області визначають чотири шари розгляду проблеми прийняття рішень. Самий верхній шар відповідає проблемі. Інші шари - формуванню та реалізації моделі, розробка та виконання методу і реалізація. Шари зв'язуються один з одним через відношення: "подання / обмеження". Проблема - це задача, що характеризується істотністю, необхідністю, достатністю змісту, множинністю можливих способів розв'язання та варіантністю результатів. Проблема визначає постановку задачі прийняття рішень, яка базується на семантичній основі та визначає вимоги до розробки моделі. Моделі використовують систему понять та формулюються, щоб представити проблемну ситуацію або задачу на деякій певній мові. Моделі складаються з тверджень або операторів, які виражають зв'язки між поняттями або термінами. Моделі реалізуються та використовуються через методи. Методи визначають процеси прийняття рішень на основі побудованої моделі та забезпечують напрямок розв'язання задачі. Для використання методу необхідно знати, як метод був спроектований, для чого, чому, де та коли. Опис методу визначає контексти, в яких метод може бути використано. Методи можуть представлятися через схеми та сценарії в широкому сенсі або через методи та алгоритми в вузькому сенсі. Реалізація визначає, як, якими засобами, в якому середовищі моделі або методи можуть бути реалізовані.

Кожен з описаних шарів повинен розглядатися через систему реалізацій (CP), систему об'єктів (CO), систему використання (CB) та систему керування (CK).

Для цього створена онтологія шарів, яка є складовою контекстної онтології та допомагає розпізнати, зрозуміти та представити структуру прийняття рішень на основі контекстів. Онтологія шарів описує відношення складових прийняття рішень на загальному рівні та їх реалізацію на відповідних рівнях: проблема, модель, метод та реалізація в рамках системи реалізації, системи об'єктів, системи використання та системи управління.

Система реалізації являє собою систему, що складається з акторів, інформації/даних, об'єктів (включаючи програмне та апаратне забезпечення) та

розташувань, яка збирає, зберігає, обробляє та поширює інформацію про відповідні частини на даний момент, які визначають систему об'єктів, для того, щоб застосувати та/або покращити дії в іншому контексті, що називається системою використання. Визначимо систему використання як систему, яка використовує систему реалізації в процесі прийняття рішень, для того, щоб планувати та виконати зміни (тобто переходи) за допомоги системи керування. Актори в системі використання є користувачами системи реалізації. Інформаційна служба є службою, яка складається з інформаційних об'єктів. Користувачем системи використання є актор, який потенційно збільшує знання про деякі явища в системі об'єктів за допомогою системи реалізації. Система керування являє собою систему, яка використовує систему використання має контроль над. Система об'єктів означає систему, про яку системи реалізації, в зв'язку з інтересами системи використання, збирає, зберігає, обробляє і поширює інформацію (послуги) для системи використання.

Розглянуті системи онтології шарів описуються через контекстні області. Такими контекстними областями є наступні області: мета/результат, актор, процес/дія, об'єкт, середовище, можливості, засоби, представлення, розташування та час.

Висновки:

Представлений підхід до контекстно-орієнтованого представлення процесу прийняття рішень та використання його до розв'язання задач прийняття рішень дозволяє реалізувати інтелектуальну підтримку прийняття рішень в динамічних структурованих областях, основою якої є контекст та онтологія.

Запропоноване онтологічне представлення покладене в основу інформаційної системи, що реалізована як складова частина Вірмено - Американського проекту з технічної допомоги в галузі безпеки продуктів харчування.

Список літератури

1. T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies // Knowledge Acquisition. - 1993. – Vol 5, № 2 – P.220.
2. Чаплінський Ю.П. Онтологічні складові підтримки прийняття управлінських рішень.// Наукові праці НУХТ. – 2013 – № 48. – с. 65-68.
3. U.K. Patent GB 2194062-A Detection of damage in materials/ Eastham John –1988.

В.П. Денисюк, д.ф.-м.н., проф., Л.В. Рибачук, к.ф.-м.н., доц.,
В.О. Денисюк, Г.А. Савчук
(Національний авіаційний університет, Україна)

Про деякі множники абелевських методів узагальненого підсумовування тригонометричних рядів

Розглядаються деякі множники, які можуть застосовуватися для абелевських методів узагальненого підсумовування тригонометричних рядів; отримувані при цьому ядра при певних значеннях параметрів співпадають із поліноміальними В - сплайнами.

1. Тригонометричне подання згортки двох функцій

Нехай $f(t)$ та $\varphi(t)$ функції, інтегровані з квадратом, причому ці функції мають ряди Фур'є

$$f(t) \sim \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kt + b_k \sin kt ; \quad \varphi(t) \sim \frac{\alpha_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \cos kt + \beta_k \sin kt . \quad (1)$$

Для цих функцій має місце узагальнене “рівняння замкненості”, яке часто називають формулою Парсеваля

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t)\varphi(t) dt = \frac{a_0\alpha_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k\alpha_k + b_k\beta_k) . \quad (2)$$

Із узагальненого “рівняння замкненості” випливає, що згортку двох інтегрованих з квадратом функцій можна подати у вигляді

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t-\tau)\varphi(\tau) d\tau &= \frac{a_0\alpha_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k\alpha_k \cos kt + b_k\beta_k \sin kt) = \\ &= \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (A_k \cos kt + B_k \sin kt) . \end{aligned} \quad (3)$$

де $A_0 = a_0\alpha_0$, $A_k = a_k\alpha_k$, $B_k = b_k\beta_k$, ($k=1, 2, \dots$).

Якщо ж функція $\varphi(t)$ є парною і має ряд Фур'є

$$\varphi(t) = \frac{\alpha_0}{2} + \sum_{m=1}^{\infty} \alpha_m \cos mt ,$$

то (3) набуває вигляду

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t-\tau)\varphi(\tau) d\tau = \frac{a_0\alpha_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k (a_k \cos kt + b_k \sin kt) . \quad (4)$$

Отримані подання згортки дозволяють звести дослідження властивостей цієї згортки до дослідження добре вивчених тригонометричних рядів Фур'є.

2. Абелевські методи узагальненого підсумовування тригонометричних рядів. Нехай, як і раніше, періодичний з періодом 2π функції $f(t)$, абсолютно інтегрованій на проміжку $[-\pi, \pi]$, поставлено у відповідність її ряд Фур'є (1).

Абелевські методи узагальненого підсумовування полягають в тому, що всі члени ряду (1) одночасно домножують на множники певного типу; інакше кажучи, функції $f(t)$ ставлять у відповідність ряд вигляду

$$f(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) [a_k \cos kt + b_k \sin kt], \quad (5)$$

де $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, $(k=1, 2, \dots)$ - деякі множники, що залежать від n ($n=1, 2, \dots$) параметрів $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$. Ці множники вибирають таким чином, щоб вони забезпечували рівномірну збіжність ряду (5); часто такі множники називають множниками збіжності.

Враховуючи (4), можна показати, що (5) можна подати у вигляді

$$f(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\tau) \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, t - \tau) d\tau, \quad (6)$$

де функція $\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, t)$ визначається таким чином

$$\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, t) = \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \cos kt. \quad (7)$$

Функцію $\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, t)$ називають ядром методу узагальненого підсумовування; в залежності від множників $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ розрізняють конкретні методи підсумовування. Якщо при $\alpha_1 \rightarrow \alpha_0_1$, $\alpha_2 \rightarrow \alpha_0_2$, $\alpha_n \rightarrow \alpha_0_n$ ядра методів є додатними, то ці методи називають F -ефективними [1].

3. Метод Пуасона-Абеля узагальненого підсумовування. Цей метод полягає в тому, що покладають $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = r^k$; при цьому $n=1$, $\mu_k = r^k$, $0 < r < 1$.

Ядром такого методу підсумовування буде функція

$$P(r, t) = \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} r^k \cos kt. \quad (8)$$

Можна показати, що при $r \rightarrow 1-0$ це ядро є додатним.

Враховуючи (4), (5), можна показати, що

$$f(r, t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(u) \left\{ \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} r^k \cos k(t-u) \right\} du = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(u) [P(r, t-u)] du.$$

Отриманий інтеграл називають інтегралом Пуасона, а функцію $P(r, t)$ - ядром Пуасона; теоретичне обґрунтування інтеграла Пуасона надав Шварц.

4. Інші абелевські методи узагальненого підсумовування. Наведений підхід дозволяє за формулою (8) будувати ядра того чи іншого

методу підсумовування тригонометричних рядів; це є зручним при дослідженні методів підсумовування типу Пуассона-Абеля з іншими типами множників $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$.

У застосуваннях, на нашу думку, найбільший інтерес являють такі випадки

а) множники $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \sigma_k(r, \alpha)$, де

$$\sigma_k(r, \alpha) = \left[\operatorname{sinc} \left(k \frac{\alpha}{2} \right) \right]^{1+r}, \quad (0 < \alpha \leq \pi; r = 0, 1, \dots);$$

б) множники $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \sigma 1_k(r, \alpha)$, де

$$\sigma 1_k(r, \alpha) = \left[\left[\operatorname{sinc} \left(k \frac{\alpha}{2} \right) \right] \right]^{1+r}, \quad (0 < \alpha \leq \pi; r = 0, 1, \dots);$$

в) множники $\mu_k(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = v_k(r)$, де

$$v_k(r) = \left(\frac{1}{k} \right)^{1+r}, \quad (r = 0, 1, \dots).$$

Зрозуміло, що у випадках а), б) $n = 2$, $\alpha_1 = \alpha$; $\alpha_2 = r$, а у випадку в) $n = 1$, $\alpha_1 = r$.

Зауважимо, що ці множники досліджувалися в [2], [3].

При застосуванні таких множників ми отримуємо функції типу (6) із фіксованими властивостями гладкості, які визначаються цілими значеннями параметра r . У випадку ж, коли ці значення є дійсними, ми можемо розглядати похідні дробового порядку у розумінні Вейля.

Абелевські методи узагальненого підсумовування з множниками $\sigma_k(r, \alpha)$, $\sigma 1_k(r, \alpha)$ та $v_k(r)$ привертають увагу тому, що ядра цих методів мають досить цікаві властивості. Так, ядра з множниками $\sigma_k(r, \alpha)$ являють собою поліноміальні B -сплайни відповідних порядків при всіх значеннях параметра r ($r = 1, 2, \dots$); ядра з множниками $\sigma 1_k(r, \alpha)$ та $v_k(r)$ співпадають при значеннях $r = 1, 2, \dots$, а при непарних значеннях цього параметра співпадають з B -сплайнами відповідних порядків.

Список літератури

1. Г. Харди Расходящиеся ряды. – М.: Иностран. лит-ра, 1951. – 504 с.
2. В.П. Денисюк Сплайни та сигнали. – К.: ЗАТ “Віпол”, 2007р. - 228с.
3. В.П. Денисюк Тригонометричні ряди та сплайни. – К.: НАУ, 2017р. - 210 с.

*В.П. Денисюк, д.ф.-м.н., проф., Л.В. Рибачук, к.ф.-м.н., доц.,
В.О. Денисюк, Г.А. Савчук
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

Про дискретні моделі аналогових сигналів

Розглядається математична модель дискретних сигналів, яка, на відміну від загальновідомих моделей із застосуванням δ - функції Дірака, застосовує інший принцип подання дискретних сигналів. Така модель вимагає лише неперервності аналогового сигналу.

У застосуваннях часто розглядають дискретні математичні моделі аналогових сигналів, які у вузлах рівномірної сітки $\Delta_N = \{t_i\}_{i=1}^N$ приймають значення $\{f_i\}_{i=1}^N$, а при $t \neq t_i$, ($i = 1, 2, \dots, N$) дорівнюють 0. Клас таких функцій позначимо W^{-1} . Зрозуміло, що функції цього класу мають вигляд

$$f^*(t) = \begin{cases} f(t_i^{(0)}), & t = t_i^{(0)}, i = 1, 2, \dots, N; \\ 0, & t \neq t_i^{(0)}. \end{cases}$$

Зауважимо, що самі аналогові сигнали не належать цьому класу.

Для побудови моделей класу W^{-1} часто застосовують відомі узагальнені δ - функції Дірака і записують такі моделі у вигляді

$$f^*(t) = \sum_{i=1}^N \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \delta(t - t_i) dt.$$

При такому поданні математичних моделей сигналів ігнорують той факт, що узагальнені δ - функції Дірака задають на класі основних функцій, що складається із фінітних, нескінченно диференційованих на всій чисельній вісі функцій; зрозуміло, що аналогові сигнали у переважній більшості випадків не належать класу основних функцій. Тому природно виникає питання про інші методи подання математичних моделей класу W^{-1} ; один з таких методів подання функцій цього класу і розглядається в даній роботі.

Введемо у розгляд функцію

$$S^*d(r, N, t) = \left\{ \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{2}{2M+1} \left[\frac{1}{2} + \sum_{i=1}^M \cos(iNt) \right] \right\}^r, \quad r \geq 1.$$

Ряд у правій частині цього виразу є збіжним при всіх значеннях t .

Дійсно, в точках $t_i = 2\pi \frac{i-1}{N}$, ($i = 1, 2, \dots, N$), всі члени ряду обертаються на 1, і значення функції $Sd(r, N, t)$ при будь-якому M дорівнює 1. При інших же значеннях t сума ряду є меншою за $.5 + M$, і при $M \rightarrow \infty$ значення функції

$Sd(r, N, t)$ прямує до 0. Отже, ця функція має вигляд

$$Sd(r, N, t) = \begin{cases} 1 & , \quad t = t_i, \\ 0 & , \quad t \neq t_i^{(0)}. \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, N;$$

Зрозуміло, функція $S^*d(r, N, t) \in W^{-1}$.

Параметр r визначає швидкість прямування цієї функції до нуля при $t \neq t_i$ при $M \rightarrow \infty$; із зростанням значення цього параметра збільшується і швидкість цього прямування.

При практичних обчисленнях здійснення граничного переходу є неможливим, і тому розглядають функцію

$$Sd(r, N, t) = \left\{ \frac{2}{2M+1} \left[\frac{1}{2} + \sum_{i=1}^M \cos(iNt) \right] \right\}^r,$$

де тепер M також стає параметром.

Параметр M характеризує відмінність від нуля функції $Sd(r, N, t)$ при $t \neq t_i$; із зростанням значення цього параметра зменшується і ця відмінність.

Графіки функції $Sd(r, N, t)$ при деяких значеннях параметрів M та r наводиться на рис. 1,2.

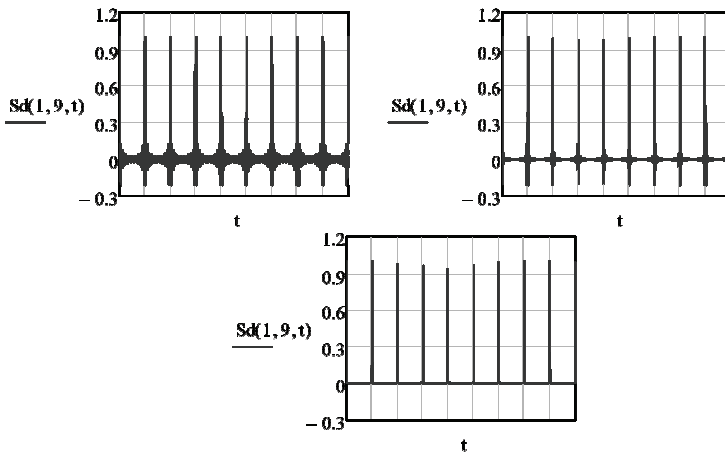
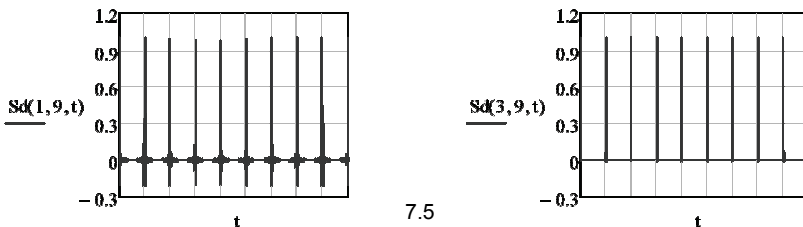


Рис.1. Графік функції $Sd(1, 9, t)$ при значеннях параметрів

$r = 1$, $M = 20, 100, 500$



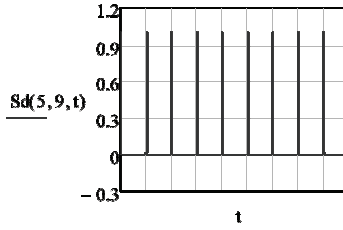


Рис.2. Графік функції $Sd(1,9,t)$ при значеннях параметрів

$$r = 1, 3, 5, \quad M = 100$$

Використовуючи функцію $Sd(r, N, t)$, процес дискретизації аналогового сигналу $f(t)$, $t \in [0, 2\pi)$, можна подати у вигляді

$$\{f_i\}_{i=1}^N = f(t)Sd(r, N, t).$$

Таким чином математична модель аналогового сигналу $f^*(t) \in W_v^{-1}$ має вигляд

$$f^*(t) = f(t)Sd(r, N, t).$$

Цю модель можна подати і в іншому вигляді. Нехай $T_n(t)$ - тригонометричний многочлен, що інтерполює аналоговий сигнал $f(t)$ у вузлах сітки $\Delta_N^{(0)} = \{t_i^{(0)}\}_{i=1}^N$, ($N = 2n + 1$, $n = 1, 2, \dots$), який має вигляд

$$T_n(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n a_k \cos kt + b_k \sin kt.$$

Тоді математичну модель сигналу $f^*(t) \in W_v^{-1}$ можна подати у вигляді

$$f^*(t) = Sd(r, N, t) \left[\frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n (a_k \cos kt + b_k \sin kt) \right].$$

Висновки

Відомі математичні моделі дискретних сигналів на базі δ - функцій Дірака мають той недолік, що класи аналогових сигналів, до яких вони застосовуються, мають належати класу основних функцій; в багатьох випадках ця умова не виконується. Запропоновано новий клас моделей дискретних сигналів, які є більш зручними у застосуваннях, оскільки вимагають лише неперервності аналогових сигналів.

Список літератури

1. В. Кеч, П. Теодореску Введение в теорию обобщенных функций. – М.: Мир, 1978. – 318 с.
2. В.П. Денисюк Тригонометричні ряди та сплайни. – К.: НАУ, 2017р. – 210 с.

*Н.М. Глазунов, доктор физико-математических наук,
(Национальный авиационный университет, Украина)*

Простые числа, их распознавание и поиск

Дан обзор новых методов проверки натурального числа на простоту, поиска простых чисел, порождения простых чисел, компьютерного моделирования методов. На основе теории дивизоров предложено их расширение на конечные алгебраические расширения полей с известным обобщением понятия простого элемента. Отмечены новые работы, использующие редукцию задачи к k -адическим полям, их сопоставлению с глобальными полями и с полями алгебраических функций над простым конечным полем констант. Кратко рассмотрены теоретические основы кодирования и компьютерного моделирования предлагаемых методов.

Введение. Простые рациональные числа (простые числа) образуют мультипликативный базис полугруппы натуральных чисел, используются в теории кодирования, в криптографии, при хешировании. В связи с этим важно знать свойства простых чисел, уметь различать простые и составные числа, порождать подмножества простых чисел, находить простые сомножители больших натуральных чисел.

Работа продолжает исследования, начатые в [1,2,3] и расширенные в [4,5]. Содержит краткий обзор методов распознавания простых чисел (методов тестирования на простоту натуральных чисел), методов порождения простых чисел и их поиска среди последовательностей натуральных чисел (методы решета), краткое обоснование на основе теории дивизоров расширения этих методов на кольца целых полей алгебраических чисел и кольца целых функциональных полей над конечным полем констант.

В монографии [1], а также в цитируемой там литературе, представлены и исследованы функции, определенные на целых числах, на последовательностях простых чисел, на классах вычетов по простым модулям, а также исследованы арифметические системы в задачах распределения вычетов по простому модулю. Как в вышеназванных теоретических исследованиях, так и в теории кодирования и в криптографии, для больших натуральных чисел необходимо проверять эти числа на простоту, вычислять, по возможности, их разложения на простые сомножители, порождать последовательности простых чисел, оценивать сложность алгоритмов, применяемых для решения этих задач.

Дадим краткий обзор современных результатов. По необходимости, мы приводим в нашем кратком обзоре только фамилии авторов, отсылая за более подробными ссылками на работы этих авторов и обзорами работ этих авторов к реферативному журналу Zentralblatt MATH, который доступен на сайте <http://www.zentralblatt-math.org/MATH/>.

Распознавание простых чисел. Со школы могут быть известны: решето Эратосфена, теорема Вильсона, малая теорема Ферма.

Решето Эратосфена. Определить, является ли натуральное число простым или составным, позволяет открытый ещё в древности метод решета Эратосфена. Если обозначить через N битовую длину исследуемого числа, то решето Эратосфена имеет вычислительную сложность (сложность) $O(N \log \log N)$.

Теорема Вильсона. Если n есть натуральное число, то сравнение $(n-1)! + 1 \equiv 0 \pmod{n}$ выполняется тогда и только тогда, $n = p$ есть простое число. Теорема Вильсона является необходимым и достаточным условием простоты натурального числа, однако её применение ограничивается сложностью вычисления факториала.

Малая теорема Ферма. Если p - простое, и a целое, $a \not\equiv 0 \pmod{p}$ то $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$. В форме Лукаса формулировка следующая. Предположим, что 1) существует a , $1 < a < n$, такое, что $a^{n-1} \equiv 1 \pmod{n}$; 2) если q простое число, делящее $n-1$, то $a^{(n-1)/q} \not\equiv 1 \pmod{n}$. Тогда n - простое.

Тест Аткина (Atkin). Этот тест для проверки на простоту натурального числа, имеющего битовую длину N , использует бинарные квадратичные формы, и имеет сложность $O(N)$.

Тест Agrawal-Kayal-Saxena. Тест AKS основывается на детерминированном, безусловном, полиномиальном алгоритме этих авторов. Для представления сложности алгоритма введем, следуя авторам теста, следующее обозначение: $O^\sim(t(n)) = O(t(n) \cdot \text{poly}(\log t(n)))$ где $t(n)$ есть любая функция от n . Асимптотическая сложность (A. Granville) алгоритма AKS есть $O^\sim((\log_2 N)^{15/2})$.

Распределение простых чисел. Пусть $\pi(x)$ обозначает число простых чисел, не превосходящих x . Асимптотический закон распределения простых чисел имеет вид

$$\pi(x) = \int_2^x \frac{du}{\log_e u} + R(x),$$

где $R(x) = o(\frac{x}{\log_e x})$. Выдающийся результат Чебышёва на пути к доказательству этого закона утверждает, что для достаточно больших x выполнены оценки снизу и сверху

$$0,89 \frac{x}{\log_e x} < \pi(x) < 1,11 \frac{x}{\log_e x}.$$

Асимптотический закон может быть также представлен в форме

$$\pi(x) \sim \frac{x}{\log_e x}.$$

Асимптотический закон был доказан Адамаром и Валле Пусеном на основе работы Римана. Don Zagier продемонстрировал экспериментальное

распределение первых 50 миллионов простых чисел и согласие их распределения с этим асимптотическим законом.

Генерация простых чисел. Элементарными методами простые числа генерируются решетом Эратосфена (в процессе выполнения которого простота числа тестируется), последовательностями Ферма и Мерсенна, а также на основе генераторов псевдопростых чисел с последующей проверкой сгенерированного числа на простоту.

В математической логике, согласно результатам Матиясевича-Путнама-Дэвиса-Робинсон и их последователей, простые числа определяются и порождаются как целые положительные значения некоторых целочисленных полиномов. Полиномы, даже самые простые, достаточно громоздки, чтобы привести их здесь.

В комбинаторике, согласно J. Gandhi, дается следующее индуктивное определение простого числа рекуррентной формулой

$$p_{n+1} = \left\lceil 1 - \log_2 \left(\frac{1}{2} + \sum_{r=1, 1 \leq i_1 < \dots < i_s \leq n} \sum \frac{(-1)^r}{2^{p_{i_1} \dots p_{i_s} - 1}} \right) \right\rceil,$$

где $[a]$ есть целая часть $\leq a$. Для n -ого простого числа p_n из асимптотического закона распределения простых следует, что для достаточно больших n величина $p_n \sim n \log_e n$.

Простые числа в конечных алгебраических расширениях поля рациональных чисел. В кольце целых поля рациональных чисел имеет место однозначное, с точностью до перестановок сомножителей, разложение целого на простые сомножители (однозначность разложения на простые сомножители). В полях алгебраических чисел однозначность разложения (число классов дивизоров равно единице) на простые сомножители скорее исключение, чем правило. Так, для мнимых квадратичных расширений имеется только 9 полей с числом классов дивизоров, равных единице. Это доказал Heegner, и подтвердили Stark, Birch и другие. Однако в полях алгебраических чисел имеет место однозначность разложения на простые дивизоры. Теория дивизоров поля алгебраических чисел строится на основе показателей и отвечающих им нормированиям, и это один из путей определения p -адических чисел и их конечных алгебраических расширений.

Поля функций над конечным полем констант. Аналогия между алгебраическими числами и алгебраическими функциями позволяет переносить результаты теории алгебраических чисел на функциональные поля, и обратно. В частности, это справедливо для полей алгебраических функций над простыми конечными и конечными полями. Ряд новых результатов в этих направлениях представлен в работах Rad Arasteh, Hartl Urs; Unver Sinan; Ramachandran Niranjana; Ozman Ekin; Lorenzini Dino; Rybakov Sergey; Contou-Carrère Carlos; Hu Yong; Guitart Xavier, Masdeu Marc.

Выводы

Кратко представлены методы распознавания простых чисел, методы порождения простых чисел, сложностные аспекты компьютерного моделирования методов. Обращено внимание на расширение методов на основе теории дивизоров и аналогий между полями алгебраических чисел и полями алгебраических функций, на авторов новых работ в этих областях.

Список литературы

1. *Постников А.Г.* Избранные труды. М.: Физматлит, 2005. – С. 450-453.
2. *Глазунов Н.М.* Методы обоснования арифметических гипотез и компьютерная алгебра. Программирование, №3. - 2006. – С.10-16.
3. *Глазунов Н.М.* О пространствах модулей, равномерности, оценках и рациональных точках алгебраических кривых // Укр. мат. журнал. - 2001. т.53.- № 9.- С.1174-1183.
4. *Глазунов Н.М.* Арифметические отображения и их моделирование / Материалы международной научно-технической конференции «ABIA-2011» - Киев: НАУ, 2011 Т.1. С.6.1-6.3.
5. *Глазунов Н.М.* Алгебраическая задача погружения в теоретическом программировании / Материалы международной научно-технической конференции «ABIA-2013» - Киев: НАУ, 2013 Т.1. С.4.34-4.38.

*Пётр В. Лукьянов, канд. физ.-мат. наук
(Национальная академия наук Украины)*

BVI-шум крылообразной лопасти ротора вертолѐта

В работе представлены постановка и решение задачи генерации BVI-шума крыловидной лопастью ротора вертолѐта. Изучено поведение ближнего и дальнего звуковых полей. Обнаружена зависимость распределения пульсаций плотности от продольной геометрии лопасти, угла атаки и угла постановки лопасти к встречному потоку. Уровень генерируемого шума на 5-6дБ ниже шума Blue Edge лопасти.

Постановка задачи

Пусть есть жесткая лопасть с двойным изгибом вдоль размаха, рис.1, напоминающая форму птичьего крыла. При этом расстояние от комля к внешнему концу лопасти остается равным длине R неизогнутой лопасти. Если же идти вдоль кривой изгиба лопасти, то длина изогнутой лопасти по этой кривой превысит R .

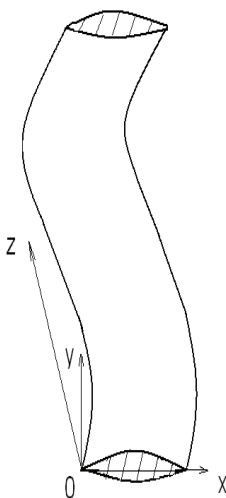


Рис.1 Лопасть крыловидной формы с двойным изгибом

Для математической постановки задачи используем прямоугольную декартову систему координат. При этом полагаем, что на лопасть набегают

завихренный поток с распределением вихрей Тэйлора, а на конце лопасти индуцируется присоединённый вихрь Скулли. Лопасть в плоскости вращения повернута на угол α – по отношению к направлению её размаха, и поставлена под углом атаки γ к встречному потоку. Общая задача разделяется на аэродинамическую и акустическую части.

Аэродинамическая задача

Система уравнений, описывающая идеальное сжимаемое течение вокруг лопасти, запишется в безразмерной форме [1]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u'}{\partial \tau} + u' \frac{\partial u'}{\partial \xi} + \lambda c v' \frac{\partial u'}{\partial \eta} + \frac{c}{AR} w' \frac{\partial u'}{\partial \zeta} &= - \frac{1}{M^2 \rho'} \frac{\partial \rho'}{\partial \xi} \\ \frac{\partial v'}{\partial \tau} + u' \frac{\partial v'}{\partial \xi} + \lambda c v' \frac{\partial v'}{\partial \eta} + \frac{1}{AR} w' \frac{\partial v'}{\partial \zeta} &= - \frac{\lambda c}{M^2 \rho'} \frac{\partial \rho'}{\partial \eta} \\ \frac{\partial w'}{\partial \tau} + u' \frac{\partial w'}{\partial \xi} + \lambda c v' \frac{\partial w'}{\partial \eta} + \frac{1}{AR} w' \frac{\partial w'}{\partial \zeta} &= - \frac{1}{M^2 AR \rho'} \frac{\partial \rho'}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial \rho'}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho' u')}{\partial \xi} + \lambda c \frac{\partial(\rho' v')}{\partial \eta} + \frac{1}{AR} \frac{\partial(\rho' w')}{\partial \zeta} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Первые три уравнения (1) суть уравнения движения в форме Эйлера, а четвертое – уравнение неразрывности. В данной системе присутствуют безразмерные параметры: $u' = u / U_\infty, v' = v / U_\infty, w' = w / U_\infty; p = p' \rho_\infty U_\infty^2, \rho = \rho_\infty \rho'; \xi = x / c, \eta = y \lambda, \zeta = z / R, \tau = kt; c, \lambda, R$ – длина хорды лопасти, толщинный параметр, радиус лопасти соответственно, M – число Маха, $AR = R / c$. На лопасть набегают встречный поток со скоростью $U = U_\infty$. Поскольку лопасть жесткая, то на её поверхности вектор скорости по нормали равен нулю:

$$\bar{V}_n \Big|_\Gamma = \bar{0}. \quad (2)$$

Акустическая задача

В основе задачи акустики лежит следующая система двух уравнений [2,3]:

$$\frac{\partial^2 \bar{\rho}'}{\partial \tau^2} - \frac{1}{M_\infty^2} \frac{\partial^2 \bar{\rho}'}{\partial \xi^2} - a^2 (\lambda^2 c^2 \frac{\partial^2 \bar{\rho}'}{\partial \eta^2} + \frac{1}{AR^2} \frac{\partial^2 \bar{\rho}'}{\partial \zeta^2}) + \Re = Q \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \bar{p} \left(\frac{\partial^2 \bar{\phi}}{\partial \xi^2} - \lambda^2 c^2 \frac{\partial^2 \bar{\phi}}{\partial \xi^2} + \frac{1}{AR^2} \frac{\partial^2 \bar{\phi}}{\partial \zeta^2} \right) + c \frac{\partial \bar{p}}{\partial \xi} \frac{\partial \bar{\phi}}{\partial \xi} + \lambda^2 c^2 \frac{\partial \bar{p}}{\partial \eta} \frac{\partial \bar{\phi}}{\partial \eta} + \frac{1}{AR^2} \frac{\partial \bar{p}}{\partial \zeta} \frac{\partial \bar{\phi}}{\partial \zeta} = \\ & = - \left[c \frac{\partial \bar{p}'}{\partial \tau} + \bar{p}' \left(c \frac{\partial \bar{u}}{\partial \xi} + \lambda c^2 \frac{\partial \bar{v}}{\partial \eta} + \frac{c^2}{R} \frac{\partial \bar{w}}{\partial \zeta} \right) + c \bar{u} \frac{\partial \bar{p}'}{\partial \xi} + \lambda c^2 \bar{v} \frac{\partial \bar{p}'}{\partial \eta} + \frac{c^2}{R} \bar{w} \frac{\partial \bar{p}'}{\partial \zeta} \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

Первое уравнение (3), в терминах пульсации плотности в звуковой волне, представляет собой уравнение, описывающее генерацию и распространение звука под действием источника Q . Уравнение (4) получено из уравнения неразрывности и замыкает систему относительно двух акустических неизвестных $\bar{\phi}, \bar{p}'$. Считаем, что до взаимодействия лопасти с потоком и вихрями малые пульсации течения отсутствуют, т.е. $\bar{\phi}, \bar{p}' = 0$.

Данная задача решена численно-аналитическим методом [4]. Результаты численного счёта анализируются ниже.

Ближнее звуковое поле

Для выяснения влияния двойного изгиба на генерацию BVI-шума рассмотрим лопасть крыловидной формы вдоль размаха, сечение которой $y = x(1-x)$ и относительная толщина $\delta = 0.1$. Поскольку данная модификация формы лопасти, предполагается, окажет определённое влияние на BVI-шум, числа Маха выберем $M = 0.2; 0.4$, так как при больших значениях чисел Маха шум не является преимущественно шумом вихревого типа. Выберем следующие значения углов постановки лопасти к встречному потоку α и углов атаки γ : $\alpha = 60^\circ, 90^\circ$ и $\gamma = 5^\circ, 10^\circ$.

Все расчётные ситуации в рамках данной работы нет возможности подробно проанализировать, однако, всё же вкратце обратим внимание на основных особенностях поведения ближнего поля. На рис.2а,б заметны резко выраженные волновые фронты первой серии пиков, расположенных вблизи края лопасти. Они фактически отображают изгиб лопасти вдоль размаха. Следующая за ними серия поперечных волновых фронтов по амплитуде значительно уступает первой серии. Два основных гребня первой серии распадаются на гребни второй серии пиков, малых по амплитуде. Однако такая картина наблюдается для $M=2.0$. Для $M=4.0$ (рис.3 а, б) ситуация несколько иная: появляются и усиливается поперечная серия пиков на внешнем крае лопасти и посередине её. Это повлекло за собой некоторое снижение амплитуд первой серии пиков для отдельных углов постановки лопасти к течению.

Дальнее поле

Для изучения поведения генерируемого шума в дальнем поле воспользуемся интегральным представлением дальнего поля [1,3]:

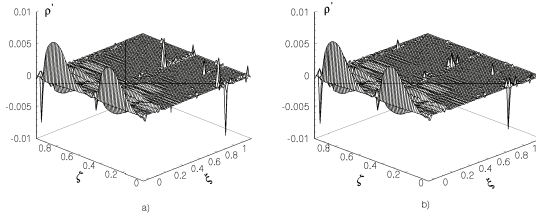


Рис.2 $M = 0.2; \gamma = 5^\circ$ – а) $\alpha = 60^\circ$; б) $\alpha = 90^\circ$

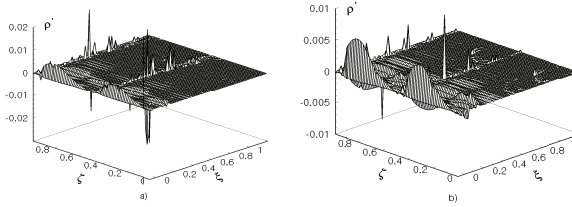


Рис.3 $M = 0.4; \gamma = 10^\circ$ – а) $\alpha = 60^\circ$, б) $\alpha = 90^\circ$

$$-M_1^2 \int_S \left[\frac{F}{R} \right]_* dS_x - \int_S \left[\frac{1}{R} \frac{\partial \phi}{\partial n} + \frac{1}{Ra_\infty} \frac{\partial R}{\partial n} \frac{\partial \phi}{\partial t} - \phi \frac{\partial(1/R)}{\partial n} \right]_* dS = 4\pi \phi(x, t_1), \quad (5)$$

где $F = \rho[(\nabla \phi \cdot \nabla) \bar{v} + (\bar{v} \cdot \nabla) \cdot \nabla \phi] + \rho'(\bar{v} \cdot \nabla) \bar{v} + \bar{v} \cdot \text{div}(\rho \nabla \phi + \rho' \bar{v}) + \nabla \phi \text{div}(\rho \bar{v})$.

Выражение (5) позволяет вычислить звуковой потенциал в дальнем поле. На рис.4,5 представлены уровни звукового давления, соответствующие выше описанным ситуациям пульсаций плотности.

Изменение формы лопасти вдоль её размаха в виде крыла позволило распределить энергию генерируемой звуковой волны более равномерно по всей лопасти, рис.4а. Кроме того, видно, что вдоль размаха лопасти звуковая волна имеет нелинейную форму с чередующимися максимумами и минимумами L . Максимальное значение L не превышает 60дБ и расположено не на внешнем, по отношению к оси вращения, конце лопасти, а на её центральной части. На внешнем же конце лопасти наблюдается пониженное значение L . Такая же ситуация наблюдается и для $\alpha = 90^\circ$, рис.4б, с тем лишь отличием, что для $0.5 \leq R \leq 1.0$ уровень L несколько выше, а различие в перепаде максимум-минимум уменьшается. Для $M=0.4$ (рис.5а,б) концентрация энергии более выражена в отдельных волновых

гребнях. Случаются также ситуации, например для $\alpha = 60^\circ$ (рис.5a), когда волна близка по форме шуму вращения лопасти: амплитуда её несколько выше, чем в случае вихревого шума, а максимум её находится в районе $z=0.8R$. Это соответствует, лишь в отдельных расчётных случаях, доминированию шума вращения над вихревым шумом.

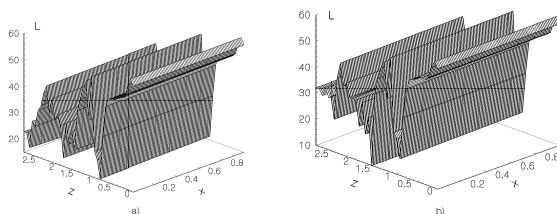


Рис.4 $M = 0.2; \gamma = 5^\circ - a) \alpha = 60^\circ; b) \alpha = 90^\circ$

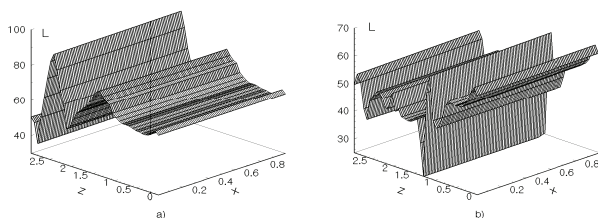


Рис.5 $M = 0.4; \gamma = 10^\circ - a) \alpha = 60^\circ; b) \alpha = 90^\circ$

Список литературы

1. Лук'янов Петро В., Генерація звуку взаємодії вихорів Тейлора і Скуллі з лопаттю змінної товщини. Наукові вісті НТУ „КПІ”. Сер.: фіз.-мат. науки, 2014, №4. С.139-145
2. Лукьянов П.В. Влияние присоединённого концевых вихря лопасти ротора вертолёт на генерацию BVI-шума. Акустичний вісник, -2013-2014-2(16)-С.18-30.
3. Лукьянов П.В. Об одной модели аэроакустики вязкого сжимаемого газа. Часть II. Шум близкого взаимодействия вихря и лопасти вертолёт. Акустичний вісник, -2011-3(14)-С.31-40.
4. Лукьянов П.В. Об одном численно-аналитическом подходе к решению задачи генерации звука тонким крылом. Часть I. Общая схема применения для плоской стационарной задачи. Акустичний вісник, -2011-3(14)-С.46-52.

Павел В. Лукьянов, к.ф.-м.н.
(Институт гидромеханики НАН Украины)

Универсальная модель компактного вихря и её применение для компактных квазивинтовых потоков

Предложена универсальная модель, которая является компактным аналогом точечного вихря и вихря Рэнкина одновременно. Известные модели получаются из неё как предельные переходы. На её основании строятся модели квазивинтовых потоков.

1. Универсальная модель компактного вихря.

Недавно были получены модели квазиточечного вихря [1] и компактного компенсированного вихря [2]. Дальнейшие исследования показали, что указанные модели (а также вихрь Рэнкина и точечный вихрь) можно объединить в одну – универсальную. Азимутальная скорость описывается:

$$V_{\theta}^u = \begin{cases} \frac{\Gamma \cdot r}{2\pi \varepsilon^2}, & 0 \leq r \leq \varepsilon; \\ \frac{\Gamma}{2\pi r} \left(\frac{R_V^2 - r^2}{R_V^2 - \varepsilon^2} \right), & \varepsilon \leq r \leq R_V. \end{cases} \quad (1)$$

В формулах (1) Γ -- циркуляция скорости, ε, R_V -- величины ядра и радиуса вихря соответственно.

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} V_{\theta}^u = \frac{\Gamma}{2\pi r} \left(1 - \frac{r^2}{R_V^2} \right) \quad (1a) \text{ -- квазиточечный вихрь [1].}$$

$$\lim_{R_V \rightarrow 0} V_{\theta}^u = \begin{cases} \frac{\Gamma \cdot r}{2\pi \varepsilon^2}, & 0 \leq r \leq \varepsilon; \\ \frac{\Gamma}{2\pi r}, & r \geq \varepsilon. \end{cases} \quad (1b) \text{ -- вихрь Рэнкина.}$$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0, R_V \rightarrow \infty} V_{\theta}^u = \frac{\Gamma}{2\pi r}. \quad (1b) \text{ -- точечный вихрь.}$$

Универсальность предлагаемой модели очевидна: из выражений (1), путем предельных переходов, получаются уже известные модели вихрей

(1а)—(1в). Кроме этого, универсальность (1) ещё и в том, что ядро вихря может иметь как конечный размер, так и бесконечно малый -- нулевой. И при этом скорость течения остаётся всегда конечной.

2. Соотношения, определяющие винтовое течение.

Винтовым называют такое вихревое течение, у которого вектора скорости и завихренности коллинеарны. В цилиндрических координатах соответствующие соотношения имеют вид [3,4,5]:

$$\frac{1}{r} \left(\frac{\partial V_z}{\partial \theta} - \frac{\partial(rV_\theta)}{\partial z} \right) = \lambda V_r, \quad \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial r} = \lambda V_\theta,$$

$$\frac{1}{r} \left(\frac{\partial V_\theta}{\partial r} - \frac{\partial V_r}{\partial \theta} \right) = \lambda V_z. \quad (2)$$

Соотношения (2) эквивалентны одному:

$$\frac{\partial V_z^2}{2\partial z} = -V_\theta \omega_z, \quad \omega_z = \frac{1}{r} \frac{\partial(rV_\theta)}{\partial r} \quad (3)$$

Используя соотношение (3), по заданному полю вращения V_θ , находится продольная (осевая) компонента скорости V_z .

Как показали исследования [6], у свободных винтовых течений на внешней границе продольная компонента скорости не может, в рамках соотношений (3), иметь нулевое значение. Поэтому разумным выходом есть отход от полностью (во всей области течения) винтового течения к частично винтовому, которое назовём *квазивинтовым*. Таким образом, предлагаемые модели течений являются винтовыми только во внутренней области.

Во внешней области вместо соотношения (3) используется уравнение Навье-Стокса и его решение для осевой компоненты скорости:

$$0 = \nu \left(\frac{d^2 V_z}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dV_z}{dr} \right), \quad V_z = C_1 \ln r + C_2. \quad (4)$$

3. Компактный поток с винтовым ядром.

Пусть вихрь имеет конечное ядро $\varepsilon = \text{Const}$. Тогда, согласно (1), вертикальная компонента завихренности имеет следующий вид:

$$\omega_z = \begin{cases} \frac{\Gamma}{\pi \varepsilon^2}, & 0 \leq r \leq \varepsilon; \\ \frac{\Gamma}{2\pi(R_V^2 - \varepsilon^2)}, & \varepsilon \leq r \leq R_V; \\ 0, & r \geq R_V. \end{cases} \quad (5)$$

Как указано выше, винтовое течение может быть лишь во внутренней части вихря. Поэтому продольная скорость определяется как:

$$V_z = \begin{cases} \text{винтовое течение, } 0 \leq r \leq \varepsilon; \\ \text{вихревое течение, } \varepsilon \leq r \leq R_V; \\ 0, \quad r \geq R_V. \end{cases} \quad (6)$$

Согласно представлению (6), получаем распределение продольной скорости:

$$V_z = \left(V_{z0}^2 - 2 \left(\frac{\Gamma}{2\pi\varepsilon^2} \right)^2 r^2 \right)^{0.5}, \quad 0 \leq r \leq \varepsilon; \quad (7a)$$

$$V_z = \left(V_{z0}^2 - 2 \left(\frac{\Gamma}{2\pi\varepsilon^2} \right)^2 \right)^{0.5} \ln \left(\frac{R_V}{r} \right) / \ln \left(\frac{R_V}{\varepsilon} \right), \quad \varepsilon \leq r \leq R_V; \quad (7b)$$

$$V_z = 0, \quad r \geq R_V. \quad (7b)$$

Распределение азимутальной и осевой скоростей, соответствующие (1) и (7), представлены на рис. 1 а и рис. 1б. На границе вихря не только азимутальная, но и осевая скорости равны нулю.

4. Компактный квазивинтовой поток.

Предположим, что течение является винтовым не только в ядре, но и практически во всем вихре, кроме тонкой внешней области $R_V - \delta \leq r \leq R_V$. Тогда для осевой скорости получим:

$$V_z = \left(V_{z0}^2 - 2 \left(\frac{\Gamma}{2\pi\varepsilon^2} \right)^2 r^2 \right)^{0.5}, \quad 0 \leq r \leq \varepsilon;$$

$$V_z = \left(V_{z0}^2 - 2 \left(\frac{\Gamma}{2\pi\varepsilon^2} \right)^2 + \left(\frac{\Gamma}{\pi(R_V^2 - \varepsilon^2)} \right)^2 \left(R_V^2 \ln \frac{r}{\varepsilon} - \frac{r^2 - \varepsilon^2}{2} \right) \right)^{0.5};$$

$$V_z = C_1 \ln \frac{r}{R_V}, \quad R_V - \delta \leq r \leq R_V; \quad (8)$$

$$V_z = 0, \quad r \geq R_V.$$

В соотношениях (8) $C_1 = V_z(r = R_V - \delta) \ln \frac{R_V - \delta}{R_V}$.

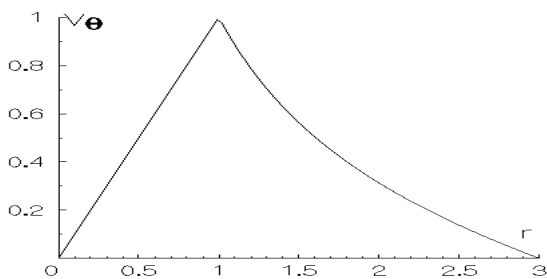


Рис. 1 Азимутальная скорость компактного потока с винтовым ядром.

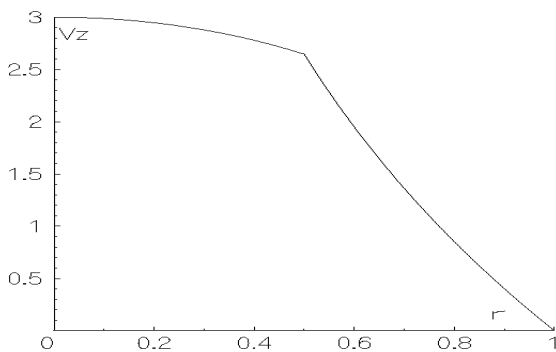


Рис. 2 Осевая скорость компактного потока с винтовым ядром.

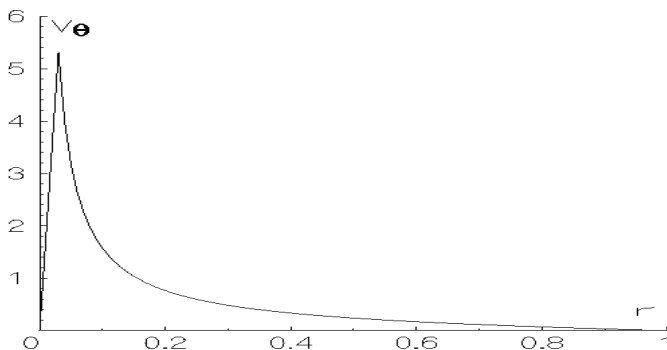


Рис. 3 Азимутальная скорость, соответствующие компактному квазивинтовому потоку.

Как видно из рисунков, при почти(квази)точечном вихре, в силу близости к нулю ротора скорости (точечный вихрь – потенциальное течение), продольная скорость везде, кроме границ, приблизительно постоянна.

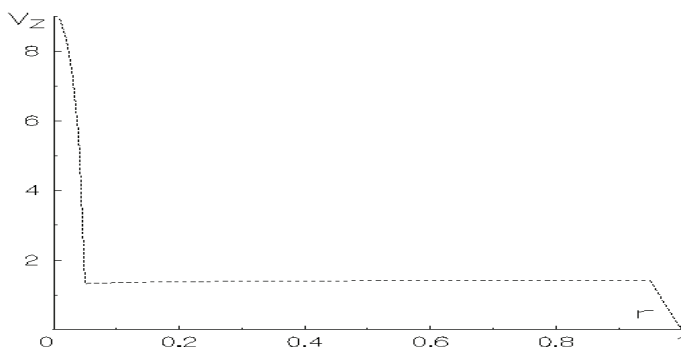


Рис.4 Осевая скорость, соответствующие компактному квазивинтовому потоку.

Как видно из рисунков, при почти(квази)точечном вихре, в силу близости к нулю ротора скорости (точечный вихрь – потенциальное течение), продольная скорость везде, кроме границ, приблизительно постоянна.

Список литературы

1. Лук'янов П.В. Модель квазіточкового вихору. // Наукові вісті НТТУ КПІ . – 2011 – №4 (78) – С. 139-142.
2. Лук'янов П.В. Одновимірні моделі компактних компенсованих вихорів// Наукові вісті НТТУ "КПІ" – 2010. – № 4 – С. 145–150.
3. Громека И.С. Собрание сочинений. – М.: Изд—во АН СССР, 1952. -- 296с.
4. Васильев О.Ф. Основы механики винтовых и циркуляционных потоков. – М.;Л: Госэнергоиздат, 1958 . – 144с.
5. Alekseenko S.V., Kuibin P.A., Okulov V.L. Theory of Concentrated Vortices: An Introduction. --- Springer –Verlag, Berlin Heidelberg, 2007. – 493 p.
6. Лукьянов П.В. Компактные винтовые вихри. // Прикладна гідромеханіка. – 2011 – т. 13 (85), №3 – С. 61—68.

Modelling of long-term strength and reliability of viscoelastic composites

The formulation of the problem of simulation of the long-term strength and reliability of viscoelastic composites with a polymer or metal matrix is given. A mathematical model is proposed that takes into account the effects of heredity and damage accumulation. The constants are determined and numerical examples are considered.

Viscoelastic polymer properties modelling.

The development of high-performance composite materials for aviation started with the introduction of glass fiber-reinforced polymer matrix composites. Composites are widely used last decades especially. The most recently publicized commercial aircraft is the Boeing 787 with over 50% by weight of its materials being composites. Continuum Damage Mechanics (CDM) has now reached a stage in which practical engineering problems can be solved on a regular basis. CDM, in contrast to fracture mechanics, which considers the process of initiation and growth of microcracks as a discontinuous phenomenon, uses a continuous variable D , which is related to the density of the defects [1,2]

The use of differential equation of fractional order in linear viscoelasticity allows generalizing the classical approaches in mechanics of composites. We propose here the enhanced viscoelastic model with internal parameter of stored damage. The local and overall constitutive relations [3,4] between the infinitesimal strain $\mathbf{e}(\mathbf{x}, t)$ and the Cauchy stress $\mathbf{y}(\mathbf{x}, t)$ fields can be expressed as hereditary integrals. At the micro-scale of individual r constituents these are presented by

$$\mathbf{e}(\mathbf{x}, t) = (\mathbf{J}_r \star \mathbf{y})(\mathbf{x}, t), \quad \mathbf{x} \in V_r \quad (1)$$

where \mathbf{x} denotes a material point within any phase r of the composite and \star stands for the Stieltjes convolution product. Similarly, the macroscopic or effective constitutive relations can be written as

$$\langle \mathbf{e} \rangle(t) = (\tilde{\mathbf{J}} \star \langle \mathbf{y} \rangle)(t) \quad (2)$$

where $\langle \mathbf{e} \rangle(t)$ and $\langle \mathbf{y} \rangle(t)$ are the macroscopic, or averaged, strain and stress, the angle brackets denote spatial averaging over a representative volume element $[\]$ of the material. $\mathbf{J}_r(t)$ and $\tilde{\mathbf{J}}(t)$ are the local in phase r and effective creep functions of the composite, respectively. In our model suggested here the viscoelastic strain energy function $W(t)$ is coupled with damage parameter D . The expression of $W(t)$ is defined as:

$$2W(\mathbf{e}, t) = (1 - D(t)) \int_{-\infty}^t \int_{-\infty}^t \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} \mathbf{E}(2t - t_1 - t_2) \frac{\partial \mathbf{e}(t_2)}{\partial t_2} dt_1 dt_2 \quad (3)$$

where $\mathbf{E}(t)$ is the relaxation tensor. The internal scalar variable D models the damage, which is assumed to be isotropic and varies between 0 for undamaged material and 1 under complete failure. The thermodynamic force associated with D is denoted as Y . Similar to (3), the constitutive equation may be written in the compliance formulation to describe creep phenomena

$$2(1-D(t))U(\mathbf{s},t) = \int_{-\infty}^t \int_{-\infty}^t \frac{\partial \mathbf{y}(t_2)}{\partial t_2} \mathbf{J}(2t-t_1-t_2) \frac{\partial \mathbf{y}(t_1)}{\partial t_1} dt_1 dt_2 \quad (4)$$

According to (1) in linear viscoelasticity, for the proposed viscoelastic model coupled with damage the expression of stress is written as

$$\mathbf{y}(t) = (1-D(t)) \int_{-\infty}^t \mathbf{E}(t-t_1) \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} dt_1. \quad (5)$$

The stress $\mathbf{y}(t)$ is thus related to the damage variable $D(t)$ and to the whole history of viscoelastic strains $\mathbf{e}(t)$ via Boltzmann's hereditary integral. The relation between the Cauchy stress $\mathbf{y}(t)$ and the so-called effective stress $\tilde{\mathbf{y}}(t)$ is

$$(1-D)\tilde{\mathbf{y}}(t) = \mathbf{y}(t). \quad (6)$$

The expression of the other thermodynamic force Y is derived according to

$$Y = -\partial W / \partial D. \quad (7)$$

Using the constitutive equation (3) and the previous properties, the time derivative of $W(t)$ is

$$\begin{aligned} \dot{W}(t) = & \left(\int_{-\infty}^t \int_{-\infty}^t \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} \mathbf{E}(t-t_1) dt_1 \right) \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} + \\ & + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^t \int_{-\infty}^t \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} \frac{\partial \mathbf{E}(2t-t_1-t_2)}{\partial t} \frac{\partial \mathbf{e}(t_2)}{\partial t_2} dt_1 dt_2. \end{aligned} \quad (8)$$

The damage thermodynamic force Y , or the strain energy density release rate as it is known in [], is associated with the damage variable D and defined from (3) and (7) as

$$2Y(t) = \int_{-\infty}^t \int_{-\infty}^t \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} \mathbf{E}(2t-t_1-t_2) \frac{\partial \mathbf{e}(t_2)}{\partial t_2} dt_1 dt_2. \quad (9)$$

The intrinsic dissipation $\phi(t)$ in the isothermal case is given by

$$\phi(t) = Y\dot{D} + (1-D)\dot{\phi}^c \geq 0. \quad (10)$$

Where

$$\phi^c(t) = - \int_{-\infty}^t \int_{-\infty}^t \frac{\partial \mathbf{e}(t_1)}{\partial t_1} \frac{\partial \mathbf{E}(2t-t_1-t_2)}{\partial t} \frac{\partial \mathbf{e}(t_2)}{\partial t_2} dt_1 dt_2 \quad (11)$$

is the viscous part of the intrinsic dissipation. For elastic behavior the relaxation tensor $\mathbf{E}(t)$ is constant over time, and $\phi^c(t) = 0$. In isotropic material $\mathbf{E}(t)$ could be written as follows []

$$\mathbf{E}(t) = 2\mu(t)\mathbf{I}^d + 3\kappa(t)\mathbf{I}^h, \quad (12)$$

where $\mu(t)$ and $\kappa(t)$ are shear and bulk relaxation functions, which can be expressed using the Mittag-Leffler function

$$\mu(t) = \mu[1 - r_G(1 - E_m(t/t_G))]; \quad \kappa(t) = \kappa[1 - r_B(1 - E_m(t/t_B))]. \quad (13)$$

Here, $E_m(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{\Gamma(1+mn)}$ and t_G, t_B are the deviator and volumetric relaxation

times respectively; r_G, r_B are the corresponding moduli, and μ, κ - the instant elastic shear and bulk moduli. In this work, the concepts of generalized potential is used with the following evolution equations

$$\dot{\mathbf{y}}(\mathbf{x}, t) = (1-D)\mathbf{y}(\mathbf{x}, t) = (1-D) \frac{\partial W(\mathbf{x}, t)}{\partial \mathbf{e}}, \quad \dot{D}(t) = \dot{\gamma} \frac{\partial F_D}{\partial Y}. \quad (14)$$

To determine the magnitude of the damage variable at any given time, a damage rule is defined:

The damage potential F_D for viscous damage evolution is chosen as

$$F_D(Y, D) = \frac{S}{1+n} \frac{1}{1-D} \left(\frac{Y}{S}\right)^{(1+n)} \quad (15)$$

which leads to the damage evolution law

$$\dot{D} = \left(\frac{Y}{S}\right)^n \dot{\rho} \geq 0. \quad (14)$$

Here n, S are material parameters. Constitutive model parameters for high density polyethylene [4] are identified from experimental data $S = 1.2 \text{ MPa}$; $n = -1.4$;

Overall strength and reliability parameters.

Classical homogenization schemes for linear behaviors are applied to random structure composite. The overall compliance is $\tilde{\mathbf{J}}^*(z)$, while the overall stress applied to this composite is $\langle \mathbf{y}(z) \rangle$. To obtain the homogenized properties at time of monitoring t_m the correspondence principle can be used. It helps to transform the linear viscoelastic behavior into a symbolic elastic one for which the classical homogenization techniques can be applied. For that goal, we use the Laplace-Carson transform, namely

$$f^*(z) = z \int_0^{\infty} f(t) e^{-zt} dt, \quad (17)$$

where z is the complex variable, which is especially convenient. Applied to (6), it leads to linear elastic relation between transforms of strain and stress histories

$$\mathbf{e}^*(\mathbf{x}, z) = \mathbf{J}^*(z) \mathbf{y}^*(\mathbf{x}, z). \quad (18)$$

For a given real value of z , we now consider the heterogeneous composite whose microstructure is the same as the previous one but with phases obeying the linear

elastic behavior defined by (3). Stress field second moments through any phase r of this linear elastic composite are defined by

$$\langle \mathbf{y}^* \otimes \mathbf{y}^* \rangle_{r,z} = \langle \mathbf{y}^*(z) \otimes \mathbf{y}^*(z) \rangle_r. \quad (19)$$

where the notation $\langle \cdot \rangle_r$ denotes the average on volume v_r of phase r . They can be obtained from the known linear homogenization scheme [] by computing the partial derivatives of the stress elastic energy of the composite with respect to the fourth-order tensor \mathbf{J}_r^* . Using the proposed in [] method for prediction of viscoelastic properties of multicomponent isotropic materials with inclusions of different sizes and stiffness, we can determine the quasi-elastic parameters in transform domain for matrix with growing in time damage

$$\begin{aligned} \tilde{E}^*(z) &= E(1 + k_E(z) \frac{D}{1+D})^{-1}; & k_E(z) &= \frac{(1+\nu^*)(10-3\nu^*)}{2(5-\nu^*)}, \\ \tilde{\mu}^*(z) &= \mu(1 + k(z) \frac{D}{1+D})^{-1}; & k(z) &= \frac{5(1+\nu^*)(2-\nu^*)}{2(1-2\nu^*)(5-\nu^*)}. \end{aligned} \quad (20)$$

These expressions obviously connect the internal parameter D with effective elasticity and compliances, so it can be determined in experiment. Based on this correspondence principle, the existing expressions for the effective creep compliance or elastic stiffness components in the physical domain can be converted to those for the creep compliances or relaxation moduli in the Laplace-Carson domain. Following from that, the correspondence exists between the elastic problem and the viscoelastic problem. Hence, from (2) and (5) we can obtain

$$\tilde{\mathbf{J}}^*(z) = \tilde{\mathbf{J}}^*(\mathbf{J}_r^*(z), \mathbf{J}_r^*(z), c_i). \quad (21)$$

Note that the volume concentration c_i remains unchanged after transforming from the time domain to the Laplace-Carson domain, as in the case of non-aged materials. The viscoelastic solution in the physical time domain is ultimately determined from the solution in the Laplace-Carson domain through performing the inverse transform

$$\tilde{\mathbf{J}}(t) = (LC)^{-1} \tilde{\mathbf{J}}^*(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\delta-i\infty}^{\delta+i\infty} \frac{e^{zt}}{z} \tilde{\mathbf{J}}^*(z) dz. \quad (22)$$

But except for some simple situations, the explicit determination of the inverse operator (22) is not straightforward, and a numerical inversion is required. There exist efficient algorithms for numerically evaluating the inverse Laplace transform. We use here the Fortran90 program from NAG-Fortran library. For creep loadings, the creep function as well as the damage parameter, first and second moments of the stress field in the matrix evolutions with time have been determined in this manner. Rheological parameters of epoxy resin were determined from experimental data [4] with method proposed earlier. Stress concentration near inclusions and overall creep response are modeled in the three-component composite with epoxy resin viscoelastic matrix [2]. Instant nonlinear elastic properties of phases are in Table 1.

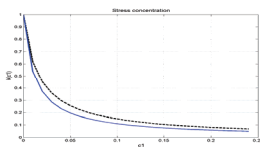


Fig.1. Elastic and long-term stress concentration in epoxy resin matrix

The behavior of physical nonlinear viscoelastic matrix is described using physically and geometrically nonlinear theories [3]. Physical nonlinearity corresponds to the situation when the region of linear behavior not observed even for small but nonlinear deformations. These two effects on our opinion have to be taken into account simultaneously in modeling of polymer composites reliability.

Table 1.

Constituent nonlinear elastic material constants, GPa, for the B/SiC/Epoxy composite.

Material	E , GPa	ν	ν_1 , GPa	ν_2 , GPa	ν_3 , GPa
Boron	467.3	0.361	-840.0	-420.0	-390.0
SiC	440.3	0.171	-227.2	31.5	-170.75
Epoxy resin	3.15	0.382	13.3	4.09	-10.02

As a conclusion, we may notice that the viscoelastic model with internal parameter of stored damage suggested here be useful for long-term durability prediction and nondestructive control problems of composite elements.

References

- Hashin Z. Fatigue Failure Criteria for Unidirectional Fiber Composites. Transactions of the ASME.- 1981.- **48**.- pp. 846-852.
- Kiva D.S., Maslov B.P., Klimuk A.N. Conceptual approach to reliability parameter determination for CM airframe assemblies.- Sb. Nauchnyx trudov Nacyonalnoho aerokosmycheskoho unyversyteta im. N.E. Zhukovskogo KhAU.- 2006.-№ 32.- s. 5-13.
- Maslov B.P. Thermal-stress concentration near inclusions in viscoelastic random composites, Journal of Engineering Mathematics, 2008.-**61**.- P. 339-355.
- Golub V.P., Maslov B.P., and Fernati P.V. Identification of the Hereditary Kernels of Isotropic Linear Viscoelastic Materials in Combined Stress State. II. Deviators Proportionality // International Applied Mechanics, 2016. – **52**, N6. – P.111-125.

В.В. Митюков
(Ульяновский институт гражданской авиации
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, Россия)

Универсальный вычислительный алгоритм для задач гладкого приближения дискретных данных

Предложена единообразная вычислительная схема для задач аппроксимации произвольных наборов дискретных данных. Такая автоматизация вычислений, существенно упрощает и ускоряет получение искомых результатов, включая результаты дифференцирования и интегрирования этих наборов данных.

Многим исследователям и аспирантам не всегда просто разобраться в вычислительной математике и выбрать метод решения стоящей перед ними задачи. Часто больше времени уходит на изучение различных методов вычислений, на выбор нужных программ, на их адаптацию к своим задачам, чем на сами вычисления. Представленная работа посвящена автоматизации вычислений при решении задач связанных с аппроксимацией, вычислениями производных и квадратур на некотором дискретном множестве.

Предложена универсальная вычислительная схема, позволяющая получать решение таких задач для произвольных наборов данных, заданных дискретно или графически, путем их обработки в рамках единообразного алгоритма, при не обязательном ознакомлении с деталями многочисленных традиционных методов аппроксимации.

Гладкое приближение заданного набора точек $\{x_i, y_i\}$, ($i = 0, 1, \dots, m$), полученных в результате некоторых измерений, сложных экспериментов или громоздких расчетов, производится на основе традиционной [1] линейной комбинации аналитически вычисляемых базисных функций $\varphi_j(x)$ (например, членов степенного ряда, или ряда Чебышева, Фурье, ...), умноженных на некоторые коэффициенты C_j ($j = 0, 1, \dots, n$).

$$C_0 \cdot \varphi_0(x_i) + C_1 \cdot \varphi_1(x_i) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(x_i) = y_i \quad (1)$$

Если известны не только значения $\{x_i, y_i\}$, но и измеренные значения наклонов касательных y'_i для некоторых (x_i) и/или подсчитанные значения интегральных площадей Y_i на интервалах до точек (x_i) , то допускается дополнять этот набор также точками $\{x_i, y'_i\}$, и/или $\{x_i, Y_i\}$.

Подстановка этих дискретных значений в уравнения:

$$y(x_i) = y_i \quad \text{и/или} \quad y'(x_i) = y'_i \quad \text{и/или} \quad Y(x_k, x_i) = Y_i$$

приводит к системам линейных уравнений, где каждому значению (x_i) может соответствовать до трех строк (уравнений), как это приведено в следующем развернутом матричном виде для одной из таких точек:

$$\begin{pmatrix} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \varphi_0(x_i) & \varphi_1(x_i) & \cdots & \varphi_n(x_i) \\ \varphi'_0(x_i) & \varphi'_1(x_i) & \cdots & \varphi'_n(x_i) \\ \int_{x_k}^{x_i} \varphi_0(x_i) dx & \int_{x_k}^{x_i} \varphi_1(x_i) dx & \cdots & \int_{x_k}^{x_i} \varphi_n(x_i) dx \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} C_0 \\ C_1 \\ \vdots \\ C_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \vdots \\ y_i \\ y'_i \\ Y_i \\ \vdots \end{pmatrix}$$

или в матричных обозначениях $\mathbf{P} \mathbf{c} = \mathbf{v}$ (2)

Затем полученная система уравнений приводится к однородному виду с расширенной квадратной матрицей \mathbf{H} (3) [3], [4], путем переноса столбца из правой части (с обратным знаком) и добавлением нижней строки (4), которая может быть также продифференцированной или проинтегрированной (поскольку эти операции ее линейности не нарушают):

$$\left(\begin{array}{cccc|c} h_{00} & h_{01} & \cdots & h_{0k} & h_0 \\ h_{10} & h_{11} & \cdots & h_{1k} & h_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{k0} & h_{k1} & \cdots & h_{kk} & h_k \\ \hline h_0(x) & h_1(x) & \cdots & h_k(x) & -f \end{array} \right) \cdot \begin{pmatrix} C_0 \\ C_1 \\ \vdots \\ C_n \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{или } \mathbf{H} \mathbf{c} = \mathbf{0} \quad (3)$$

$$C_0 \cdot h_0(x) + C_1 \cdot h_1(x) + \dots + C_n \cdot h_n(x) = f \quad (4)$$

Далее применяется единый алгоритм вычисления результатов. Такой алгоритм вытекает из условия существования ненулевого решения однородной линейной системы, то есть из условия $\det \mathbf{H} = 0$. После LU-разложения (треугольной факторизации) [2], полученной матрицы \mathbf{H} (без перестановок нижней строки), в ее правом нижнем (обнуленном) элементе накапливается искомый результат.

Действительно, линейные LU-преобразования приведут квадратную матрицу \mathbf{H} (размера $k+1 \times k+1$) к треугольному виду и $\det(\mathbf{H})$ будет равен произведению ее диагональных элементов. Если в этом процессе не подвергать перестановкам нижнюю строку, то условие разрешимости однородной системы (3), примет вид:

$$\det(\mathbf{H}) = \det(\mathbf{H}_{kk}) \cdot (-f + h_{k+1, k+1}) = 0 \quad (5)$$

где f – предполагаемое значение искомого результата.

$h_{k+1, k+1}$ – линейная комбинация значений $y_i / y'_i / Y_i$, добавленная

в нижний правый элемент матрицы \mathbf{H} после ее LU преобразований.

Так как при этом $\det(\mathbf{H}_{k \ k}) \neq 0$, что необходимо для существования единственного решения системы (2), то должно выполняться соотношение $(-f + h_{k+1 \ k+1}) = 0$ или $h_{k+1 \ k+1} = f$.

Заменяя нижнюю строку производной или интегралом от (4), можно получить результаты, соответствующие операциям дифференцирования или интегрирования, а также последующим повторениям этих операций.

В заявленном алгоритме также предусмотрена возможность получения результатов в виде следующих двух разновидностей, (используя блочные матрицы вместо правой нижней ячейки):

– в виде линейной комбинации задействованных базисных функций $\varphi_j(x)$:

$$C_0 \cdot \varphi_0(x_i) + C_1 \cdot \varphi_1(x_i) + \dots + C_n \cdot \varphi_n(x_i)$$

– либо линейной комбинации исходных значений y_i :

$$w_0(x) \cdot y_1 + w_1(x) \cdot y_2 + \dots + w_m(x) \cdot y_m$$

Пока набор исходных дискретных данных $\{x_i, y_i\}$, $\{x_i, y'_i\}$, $\{x_i, Y_i\}$ не изменится, повторного LU-разложения однородной матрицы \mathbf{H} , для вычисления искомых результатов в произвольных промежуточных точках (x) не требуется.

Была проделана определенная программистская работа по разработке набора универсальных подпрограмм, реализующих метод интерполяции, метод наименьших квадратов, а также способы вычисления производных и квадратур (в том числе и повторных) на некотором одномерном дискретном множестве. Для применения разработанных программ в конкретных задачах, остается надстроить над этой библиотекой подходящий программный интерфейс, например, средствами MS Excel, с применением встроенного языка программирования VBA.

При эскизном опробовании этих программ, вводился набор дискретных данных, выбиралась система базисных функций (например, члены степенного ряда, или ряда Чебышева, ...), принимался метод приближения, задавались нужные значения констант (например, число базисных функций), назначалась категория получаемых результатов – ($f(x)$ или $f'(x)$ или $\int f(x) \cdot dx$) с выводом в таблицы и отображением на графиках.

Выводы:

Универсальность вышеизложенной схемы вычислений предоставляет возможность простого и быстрого получения исследуемых результатов без ограничений на расположение узлов (x_i) , на выбор базисных (элементарных) функций $\varphi_j(x)$ и на способ приближения (интерполирование или сглаживание МНК). Все разнообразие получаемых результатов определяется только возможностями программного вычисления базисных функций и реализацией их аналитического дифференцирования или интегрирования.

В процессе различных исследований, связанных с аппроксимацией дискретных данных, универсальность позволяет оперативно менять подходы к задаче, пробовать другие варианты. Например, смещать и нормировать систему координат относительно дискретного множества в целях повышения точности воспроизведения искомой зависимости. Или воспроизводить кроме прямой зависимости $y = y(x)$, обратную к ней $x = x(y)$. Представляют интерес эксперименты в таких задачах как прогнозирование или способы вычисления несобственных интегралов. Интересно также исследование такого вопроса – почему одни наборы точек аппроксимируются гладко и хорошо, например, взятые из функций Sin / Cos, а другие наоборот и т.д..

Следует добавить, что разработанные поколениями математиков традиционные вычислительные методы гладкого приближения одномерных дискретных данных, представляют собой только некоторые частные случаи предложенной универсальной вычислительной схемы.

Можно продолжить распространять данный подход на двумерные и многомерные дискретно заданные зависимости. Эта область применения является еще более обширной. Если зависимая переменная одна, то такой подход позволяет применять его для вычисления частных производных по независимым переменным, а значит и градиента от многомерной скалярной зависимости, что имеет немаловажное значение в задачах оптимизации (градиентный спуск по дискретному множеству).

Еще одной областью применения такой схемы вычислений, могут служить задачи разработки и/или совершенствования методов построения приближенных решений уравнений – функциональных, дифференциальных, интегральных. В традиционных методах решения уравнений используется в основном аппарат полиномиального интерполирования, ограничивающий возможности этих методов.

Список литературы

1. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. –280 с.
2. Райс Дж. Матричные вычисления и математическое обеспечение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. –264 с.
3. Митюков В.В. Обобщенный алгоритм и дискретная унифицированная структура для вычислительных задач. «Современные информационные технологии и IT-образование». Сборник докладов научно–практической конференции: учебно–методическое пособие. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2009. – с. 675–681
4. Mityukov V.V. Problems the universality of the computational schemes for the processes approximation [Электронный ресурс] // Proceedings The Seventh World Congress “Aviation in the XXI-st Century” (Kyiv, 19–21 September 2016) / National Aviation University. – Kyiv, 2016. – p. 476–479
– ERL: <http://congress.nau.edu.ua/doc/congress-2016/Congress2016.pdf>.

Перспективный метод аналитического предсказания ударостойкости композита

Аннотация. Рассмотрена приближённая аналитическая модель контактного взаимодействия при низкоскоростном ударе в слоистый композит. Контактная кривая представляется в виде кусочно-линейной зависимости, используя данные упругих характеристик монослоя, укладки, межслойной вязкости разрушения, геометрии, массы и начальной скорости бояка.

Анизотропия и многообразие композитных материалов значительно увеличивает объём исследований, необходимых для точного определения упругих и прочностных свойств. В соответствии с нормативными документами, принятыми в авиационной промышленности, для подтверждения соответствия композита необходимо выполнение натурных испытаний в установленном объёме. Многообразие укладок в композитных силовых элементах, обусловленное особенностями НДС при эксплуатационном нагружении, увеличивает связанные с натурными испытаниями материальные и временные затраты.

В частности, особенности механизма контактного взаимодействия при ударе в композитную конструкцию и значительное понижение прочности, требует углублённых исследований. В практике применяются программные продукты, основанные на МКЭ и реализующие явную схему интегрирования по времени: LS DYNA, ABACUS EXPLICIT, DYTRAN и др. Заложенные в них модели прогрессирующего разрушения предусматривают предварительный ввод коэффициентов понижения составляющих матрицы жёсткости в области ударного повреждения, которые, как правило, заранее не известны. Численные модели прогрессирующего разрушения калибруются на основании контактных кривых, полученных ударными испытаниями элементарных образцов, увеличивая объём и затраты на натурные испытания.

Таким образом, адекватное аналитическое прогнозирование поведения различных композитных материалов при ударных воздействиях, представляется актуальной задачей. Модель, обоснованная в [1], [2], использует информацию по изгибным и сдвиговым жёсткостям, вязкости разрушения при межслойном сдвиге, а также обобщённые эмпирические зависимости. Она даёт хорошие результаты воспроизведения развития межслойных расслоений, получая их конечную обобщённую площадь, но при этом не позволяет прогнозировать контактную силу, максимально возможную для рассматриваемой расчётной конфигурации. Метод, предложенный в [3], предусматривает 3-мерное моделирование с промежуточными рядами тонких КЭ, в которых задаются межслойные свойства, что требует повышенных возможностей вычислительной техники. Реализация метода требует дополнительных испытаний для определения вязкости разрушения в плоскости слоёв, а также достаточно точного прогнозирования характерной

длины трещины в слое, соответствующей постоянной скорости освобождения энергии. Вследствие этого, практическое применение метода [3] представляется затруднительным.

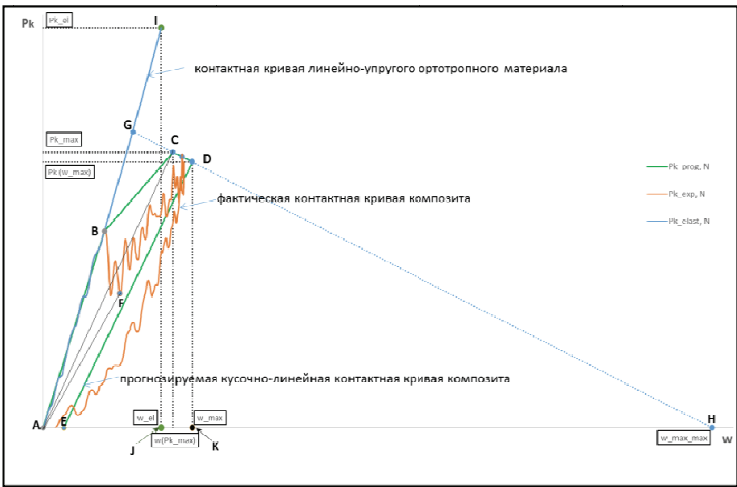


Рис. 1. К обоснованию метода прогнозирования определяющих параметров контактного взаимодействия – построение прогнозируемой контактной кривой

Представленная работа посвящена развитию метода, предложенного в [4]. Метод предусматривает решение контактной задачи в обратной формулировке: на основе энергетического баланса для заданных начальных условий прогнозируется контактная кривая (показана на Рис. 1 зелёным цветом) с использованием данных моделирования ударного воздействия в упругой постановке и глубины вмятины. В первом приближении принято, что максимум контактной нагрузки принадлежит контактной кривой линейно-упругого ортотропного материала, показанной на Рис. 1 синей сплошной. Это обосновано сравнительно малым вкладом доли энергии, идущей на образование растрескиваний и расслоений до достижения максимума контактной силы $P_{k, max}$, в суммарную энергию, поглощаемую композитом в течение всего процесса. Участки прогнозируемой контактной кривой, соответствующие проседанию бойка и его отскоку линеаризуются. Зная энергию удара T , вертикальное перемещение бойка при пробое мишени w_{max} (точка Н на Рис. 1), глубину вмятины $\delta_{вм}$ (точка Е на Рис. 1), а также вычисленные в упругой постановке максимумы контактной силы $P_{k, el}$ и вертикального перемещения бойка w_{el} (точка I на Рис. 1), в первом приближении определяются фактические величины определяющих параметров контактного взаимодействия для реального материала мишени. Для этого используются соотношения, обоснованные в [4]:

$$\frac{R_c + h - \left(\frac{P_{k \max}[1]}{k} \right)^{1/n}}{\left(w_{(P_{k \max}[1])} - w_{\max}[1] \right) + \left(R_c + h - \left(\frac{P_{k \max}[1]}{k} \right)^{1/n} \right)} = \frac{P_{k \max}[1]}{P_{k(w \max)[1]}} \quad (1),$$

$$w_{\max}[1] + \delta_{\text{ам}} - w_{(P_{k \max}[1])} \left[1 + \frac{w_{(P_{k \max}[1])} - w_{\max}[1]}{R_c + h - \left(\frac{P_{k \max}[1]}{k} \cdot \frac{w_{(P_{k \max}[1])}}{w_{el}} \right)^{1/n}} \right] = \frac{w_{el}^2 - w_{(P_{k \max}[1])}^2}{w_{(P_{k \max}[1])}}$$

(2),

$$P_{k \max}[1] = P_{kel} \frac{w_{(P_{k \max}[1])}}{w_{el}} \quad (3),$$

$$w_{\max}[1] = \frac{2T + P_{kel} \frac{w_{(P_{k \max}[1])}^2}{w_{el}} \left[1 + \frac{w_{(P_{k \max}[1])} - w_{\max}[1]}{R_c + h - \left(\frac{P_{kel}}{k} \cdot \frac{w_{(P_{k \max}[1])}}{w_{el}} \right)^{1/n}} \right]}{P_{kel} \frac{w_{(P_{k \max}[1])}}{w_{el}} \left\{ 1 + \frac{w_{(P_{k \max}[1])} - w_{\max}[1]}{R_c + h - \left(\frac{P_{kel}}{k} \cdot \frac{w_{(P_{k \max}[1])}}{w_{el}} \right)^{1/n}} \right\}}$$

где: $P_{k \max}[1]$, $P_{k(w \max)[1]}$, $w_{\max}[1]$, $w_{(P_{k \max}[1])}$ – максимум контактной силы, контактная сила при максимуме вертикального перемещения, максимум вертикального перемещения, вертикальное перемещение при максимуме контактной силы, вычисляемые в первом приближении. При этом для шарообразного бойка $w_{\max \max} = R_c + h - (P_{k \max}/k)^{1/n}$, где: k – контактный коэффициент, $n \approx 1.5$ показатель степени Герца, h – толщина композитной мишени, R_c – радиус бойка.

Для уточнения прогнозируемой контактной кривой следует найти точку разветвления упругой и фактической контактных кривых (точка В на Рис. 1) пользуясь эмпирической зависимостью, обоснованной в [1], [2]:

$$F_{cr} = C\pi \sqrt{32D^*G_{IC}/3} \quad (5),$$

где: $D^* \approx 0.25^4 \sqrt{D_{11}D_{22}} \sqrt{D_{12} + \sqrt{D_{11}D_{22}} + 2D_{66}}$ – эффективная изгибная жёсткость композита; G_{IC} – межслойная вязкость разрушения по режиму

межслойного сдвига; C – коэффициент, зависящий от скорости удара (для практических задач может быть принят равным 1.1).

С другой стороны, доля энергии удара, поглощённая на образование межслойных расслоений может быть определена, как

$$T_{delam} = G_{IIC} S_{delam} \quad (6),$$

где S_{delam} – суммарная площадь поверхности расслоения, определяемая по результатам КЭ моделирования ударного воздействия в упругой постановке с использованием критерия внеплоскостных напряжений

$$\left\{ \begin{aligned} \left(\frac{\sigma_3}{F_{33+}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{13}}{F_{13}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{23}}{F_{23}} \right)^2 &\geq 1, \text{ если } \sigma_3 > 0 \\ \left(\frac{\sigma_3}{F_{33-}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{13}}{F_{13}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{23}}{F_{23}} \right)^2 &\geq 1, \text{ если } \sigma_3 < 0 \end{aligned} \right\} \quad (7).$$

В формуле (7): $F_{33\pm}$ – пределы прочности при нормальном отрыве/смятии; F_{13} , F_{23} – пределы прочности при межслойном сдвиге. Результаты напряжений снимаются с шага интегрирования, соответствующего точке G контактной кривой линейно-упругого ортотропного материала с координатами $(P_{k \max}[1], W_{(Pk \max)}[1])$.

Положение точки C на Рис. 1 определяется условиями:

$$T_{delam} = 0.5|AC||BC|\sin\varphi \quad (8),$$

где φ – угол между отрезками прямых AC и BC;

$$C \in [GH] \quad (9).$$

Положением точки C определяются прогнозируемые окончательные значения $P_{k \max}$ и $W_{(Pk \max)}$.

Положение точки D на Рис. 1 определяется условиями:

$$S_{ABCDK} = S_{AIJ} \quad (10),$$

$$C \in [GH] \quad (11).$$

Положением точки D определяются прогнозируемые окончательные значения $P_{k(w \max)}$ и W_{\max} .

В итоге в виде кусочно-линейной функции получается прогнозируемая контактная кривая, показанная на Рис. 1 зелёным цветом. Там же показано её наложение на фактическую контактную кривую, полученную экспериментом и показанную на Рис. 1 оранжевым цветом.

Далее, при моделировании прогрессирующего разрушения в КЭМ, значения коэффициентов понижения составляющих матрицы жёсткости композитной мишени в области ударных повреждений подбираются до наилучшего совпадения контактной кривой, получаемой в результате КЭ расчёта, с прогнозируемой контактной кривой.

Идентификация повреждённого состояния, нанесённого ударом, в КЭМ для расчёта последующего нагружения (см. Рис. 2) осуществляется по методике, описанной в [5].

Проведено исследование ударного воздействия 38 Дж стальным бойком диаметром 25 мм на 22-слойную композитную пластину с осреднёнными ФМХ: $E_1=65$ ГПа; $E_2=47$ ГПа; $E_3=10$ ГПа; $G_{12}=8$ ГПа; $G_{13}=6$ ГПа; $G_{23}=4$ ГПа; $\nu_{12}=0.1$.

$F_{11+}=1060$ МПа; $F_{11-}=660$ МПа; $F_{22+}=450$ МПа; $F_{22-}=335$ МПа; $F_{33\pm}=40$ МПа; $F_{12}=240$ МПа; $F_{13}=F_{23}=60$ МПа.

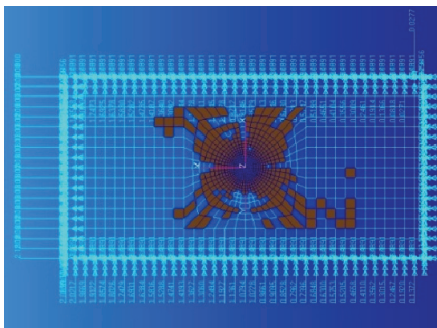


Рис. 2. Общий вид 3-мерной КЭМ гладкой панели с внесённым ударным повреждением и граничными условиями комбинированного нагружения.

Обобщённая площадь повреждения, полученная численным моделированием с применением вышеописанного метода, оказалась на 10.5% меньше площади повреждения, полученной осреднением замеров повреждений УЗК на трёх лабораторных образцах, после нанесения ударов при натурных испытаниях.

Список литературы

1. R. Olsson. Analytical prediction of large mass impact damage in composite laminates – Elsevier: Composites: Part A 32, 2001, pp. 1207 – 1215.
2. R. Olsson. Analytical model for delamination growth during small mass impact on plates – Elsevier: International Journal of Solids and Structures 47, 2010, pp. 2884 – 2992.
3. Y. Shi, T. Swait, C. Soutis. Modeling damage evolution in composite laminates subjected to low velocity impact – Composite Structures: Volume 94, Issue 9, September 2012, pp. 2902 – 2913.
4. И. Павелко, М. Смолянинов. Расчёт определяющих характеристик контактной кривой и оценка степени деградации свойств материала мишени в процессе удара – XXIII International scientific and technical conference on transport, road-building, agricultural, hoisting&hauling and military techniques and technologies 24 – 27.06.2015, Varna, Bulgaria, pp. 62 – 65.
5. С. Варицкий, К. Зуб, И. Павелко, В. Циманис. Влияние особенностей комбинированного нагружения на остаточную прочность композитной конструкции после удара – IV международная научно-практическая конференция «Транспортные системы, логистика и инженерия - 2016» / Сборник статей, стр. 139 – 146.

К.В. Терещенко
(Белорусская государственная академия авиации, Беларусь)

Моделирование синхронного генератора с ПИД-регулятором в среде Matlab R2016b

В работе представлен пример создания синхронного генератора с ПИД-регулятором, описаны блоки для создания данных моделей в среде Matlab. Описаны способы и методы расчета коэффициентов для ПИД-регулятора: метод Зиглера-Николса, CHR, Cohen-Coon, AMIGO, ITAE и метод автоматического расчета в среде Matlab.

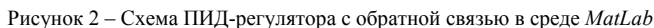
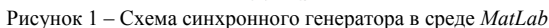
Для создания виртуальной модели генератора с ПИД-регулятором необходимо отдельно создать схему генератора и регулятора.

Схема генератора представляется следующими блоками библиотеки *Simulink* (рисунок 1) [1,2,3]:

1. *Synchronous Machine* – упрощенная модель классической синхронной машины с демпферной обмоткой;
2. *3-Phase Programmable Voltage Source* – трехфазный программируемый источник напряжения;
3. *3-Phase Series RLC Load* – трехфазный источник нагрузки;
4. *Step* – блок для задания входного ступенчатого сигнала;
5. Блок шинного селектора *Bus Selector* – выделяет из шины требуемые сигналы;
6. Источник постоянного сигнала *Constant* – задает постоянный по уровню сигнал: *Constant value* – постоянная величина.

Для схемы ПИД-регулятора используются следующие блоки (рисунок 2) [4]:

1. *PID Controller* – блок для задания коэффициентов П-, ПИ-, ПД-, PID- регуляторов;
2. *Saturation* – блок, ограничивающий уровень входного сигнала;
3. *Rate Limiter* – блок, ограничивающий значение производной входного сигнала;
4. *Transfer Fcn* – блок для задания передаточной функции объекта управления;
5. *Step* – блок для задания входного ступенчатого сигнала;
6. *Scope* – виртуальный осциллограф;
7. *Check Step Response Characteristics* – блок для оптимизации параметром регулятора и задания желаемого переходного процесса.



Для создания оптимального регулирования ПИД-регулятором необходимо рассчитать составные коэффициенты, такие как Р – пропорциональный, I – интегральный и D – дифференциальный коэффициенты. Для их расчета существует множество методик и выбор какой-либо определенной зависит от условий регулирования и параметров выходного сигнала [5].

T – выражается через параметры переходной характеристики объекта регулирования

L – условное запаздывание.

Таблица 1 – Формулы для расчета регулятора по методу Зиглера-Николса

7.37

В методе *CHR* (*Chien, Hrones, Reswick*) для расчетов используется критерий максимальной скорости нарастания при отсутствии перерегулирования и с 20%-м перерегулированием. Это позволяет получить намного больший запас устойчивости системы. Пропорциональный коэффициент в методе *CHR* меньше.

Метод *CHR* использует две системы параметров регулятора. Одна получается на основе наблюдения отклика на изменение уставки, вторая – на основе наблюдения отклика на внешние возмущения (таблица 2).

Таблица 2 – Формулы для расчета регулятора по методу *CHR*

Система параметров регулятора и его тип		Без перерегулирования			С 20% регулированием		
		K	T_i	T_d	K	T_i	T_d
По отклику на изменение уставки	П	$0.3/\varnothing$	–	–	$0.7/\varnothing$	–	–
	ПИ	$0.35/\varnothing$	$1.2L/K$	–	$0.6/\varnothing$	$1.0L/K$	–
	ПИД	$0.6/\varnothing$	$1.0L/K$	$0.5 L/K$	$0.95/\varnothing$	$1.4L/K$	$0.47L/K$
По отклику на внешние возмущения	П	$0.3/\varnothing$	–	–	$0.7/\varnothing$	–	–
	ПИ	$0.6/\varnothing$	$4L/K$	–	$0.7/\varnothing$	$2.3L/K$	–
	ПИД	$0.95/\varnothing$	$2.4L/K$	$0.42L/K$	$1.2/\varnothing$	$2.0L/K$	$0.42L/K$

Метод *Cohen-Coon* одна из разновидностей метода Зиглера-Николса. Обладает большей чувствительностью, однако имеет более сложный расчет по формулам (таблица 3).

Коэффициенты рассчитываются по формулам: $\alpha = \frac{KL}{T}$ и $\tau = \frac{L}{L+T}$.

Таблица 2 – Формулы для расчета регулятора по методу *Cohen-Coon*

Тип регулятора	K_p	T_i	T_d
П	$\frac{1}{\alpha} \left(1 + \frac{0.35\tau}{1-\tau} \right)$	–	–
ПИ	$\frac{0.9}{\alpha} \left(1 + \frac{0.92\tau}{1-\tau} \right)$	$\frac{3.3 - 3\tau}{1 + 1.2\tau}$	–
ПД	$\frac{1.24}{\alpha} \left(1 + \frac{0.1\tau}{1-\tau} \right)$	–	$\frac{2.7 - 0.36\tau}{1 - 0.87\tau} L$

ПИД	$\frac{1.35}{\alpha} \left(1 + \frac{0.18\tau}{1-\tau}\right)$	$\frac{2.5-2\tau}{1-0.39\tau}$	$\frac{0.37-0.37\tau}{1-0.81\tau} L$
-----	--	--------------------------------	--------------------------------------

Метод *AMIGO* был разработан для интегрированных и не интегрированных процессов. Метод схож с методом Зиглера-Никольса. Коэффициенты настройки получают на основе параметров процесса (коэффициент усиления, постоянная времени, задержка) по формулам:

$$K_p = \frac{1}{K} \left(0.2 + 0.45 \frac{T}{L}\right), T_i = \frac{0.4L+0.8T}{L+0.1T} L, T_d = \frac{0.5LT}{0.3L+T}.$$

Метод *ITAE* основан на методе *AMIGO*, обладает большей робастностью и выражается через формулу – $I_{ITAE} = \int_0^T t|e(t)|dt$,

где t – время, $e(t)$ – ошибка, являющаяся разностью между заданным значением и выходным сигналом [6]. При этом параметры регулятора находят по следующим соотношениям:

$$K_p = \frac{0.956}{K \left(\frac{T}{L}\right)^{0.855}}, T_i = \frac{T}{(0.796-0.147\frac{L}{T})}, T_d = 0.308T \left(\frac{L}{T}\right)^{0.929}.$$

Виртуальная среда моделирования предлагает свою систему выбора оптимальных коэффициентов при помощи дополнительных настроек блока *PID Controller – Tune*. Человеческий фактор при данном способе расчета минимизирован и коэффициенты рассчитываются до 10^{-15} долей, что гарантирует максимальное соответствие заданным условиям регулирования.

После расчетов коэффициентов ПИД-регулятора необходимо рассчитать коэффициенты преобразования Лапласа. Их можно рассчитать как в ручную, так и с помощью среды *Matlab*. Ручной расчет занимает достаточно много времени и требует определенных математических знаний, в то время как программный расчет быстрее и влияние человеческого фактора минимально.

Преобразование Лапласа функции времени $P(t)$ определяется следующим интегралом $F(S) = \mathcal{L}\{f(t)\} = \int_0^\infty f(t)e^{-st} dt$, также обозначается как преобразование $F(t)$ к $F(S)$.

Для вычисления функции $P(t)$ используется команда – `laplace(f(t))`. Для запуска расчетных процессов в окне *Command Window* необходимо ввести команду `syms s t a b w`.

Сценарий для часто используемых функций:

`syms s t a b w`

Команда: `laplace(a)` Ответ: `ans=1/s^2`

Команда: `laplace(t^2)` Ответ: `ans=2/s^3`

Команда: `laplace(t^9)` Ответ: `ans=362880/s^10`

Команда: `laplace(exp(-b*t))` Ответ: `ans=1/(b + s)`

Команда: `laplace(sin(w*t))` Ответ: `ans=w/(s^2 + w^2)`

Команда: `laplace(cos(w*t))` Ответ: `ans=s/(s^2 + w^2)`

Обратное преобразование – `ilaplace`. Сценарий для часто используемых функций:

syms s t a b w

Команда: <code>ilaplace(1/s^3)</code>	Ответ: <code>ans=t^2/2</code>
Команда: <code>ilaplace(1/s^7)</code>	Ответ: <code>ans=t^6/720</code>
Команда: <code>ilaplace(2/w+s)</code>	Ответ: <code>ans=(2*dirac(t))/w + dirac(1, t)</code>
Команда: <code>ilaplace(exp(-b*t))</code>	Ответ: <code>ans=ilaplace(exp(-b*t), t, x)</code>
Команда: <code>ilaplace(w/(s^2+w^2))</code>	Ответ: <code>ans=sin(t*w)</code>
Команда: <code>ilaplace(s/(s^2+w^2))</code>	Ответ: <code>ans=cos(t*w)</code>

Выводы

В результате исследований виртуальной модели установлено, что при выборе вида регулятора для каждого конкретного объекта управления необходимо учитывать законы работы регулятора и его составляющих. PID-регулятор, который содержит три составляющих целесообразно применять как универсальный, учитывающий роль узконаправленных регуляторов, таких как *P*-, *I*- и *D*-регуляторы. Комбинация *P*- и *I*-регуляторов обеспечивает довольно хорошую устойчивость и практически отсутствие статической ошибки, однако процесс регулирования несколько затянут; комбинация *P*- и *D*-регуляторов объединяет в себе хорошую устойчивость и быстродействие, но сохраняет статическую ошибку.

Список литературы

1. Герман-Галкин С.Г., Кардонов Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК / С.Г. Герман-Галкин, Г.А. Кардонов .– Санкт-Петербург.: КОРОНА принт, 2003. – 256 с., ил.
2. Капустин, А. Г. Автоматика и управление: Конспект лекций / Минск: МГВАК, 2012. – 112 с.
3. Терещенко, К.В. Использование среды MATLAB для моделирования генераторов с трехфазным питанием / К.В. Терещенко // I Международная заочная научно-практическая конференция «Авиация: история, современность, перспективы развития», Белорусская государственная академия авиации. – Минск: БГАА, 2016.
4. Электрические машины: методические указания к лабораторным работам. Часть 2/сост.: Е. Балич, Н. Карнаухов, Р. Омелюсик. – Минск: МГВАК, 2014. – 88с.
5. Денисенко, В. ПИД – регуляторы: вопросы реализации. Ч. 2.//Современные технологии автоматизации. – 2008. - №1. – с. 86-97.
6. L. Eriksson and T. Oksanen, "PID Controller Tuning for Integrating Processes: Analysis and New Design Approach," In Proc. Fourth International Symposium on Mechatronics and its Applications, harjah, UAE, Mar. 2007.

*В.З. Грицак, д.т.н., проф., С.И. Гоменюк, д.т.н, проф.,
С.Н. Гребенюк, д.т.н., доц., С.В. Чопоров, к.т.н., доц.,
(Запорожский национальный университет, Украина),
Д. В. Акимов, аспирант (Государственное предприятие «Конструкторское
бюро «Южное» им. М. К. Янгеля)»*

Модель напряженно-деформированного состояния тонкостенных конструкций ракетной техники с учетом температурных деформаций

Работа посвящена разработке модели напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций ракетной техники. Оболочечные конструкции рассматриваются как совокупности плоских элементов. Для разработки конечно-элементной модели используются положения теории Тимошенко-Миндлина (сдвиговых деформаций первого порядка).

Проектирование объектов современной ракетно-космической техники (РКТ) связано с необходимостью исследования их функциональных характеристик (например, прочности, устойчивости и т.п.). Натурное исследование объектов РКТ является весьма дорогостоящим, а в некоторых случаях и практически невозможным. Использование математических моделей позволяет заменить физические эксперименты вычислительными. Однако возникающие при этом математические модели, как правило, сложные, не имеющие аналитического решения. Поэтому в практике проектирования используются численные методы, позволяющие заменить исходную непрерывную модель ее дискретным аналогом. Следовательно, актуальной научно-технической проблемой является разработка численных моделей объектов РКТ.

Многие элементы РКТ представляют собой тонкостенные конструкции – трехмерные тела, у которых толщина на много меньше других размеров. Поэтому их рационально представлять оболочками с постоянной или переменной толщиной. В тоже время элементы РКТ подвержены одновременному воздействию распределенных нагрузок и температуры.

Двух- и трехмерные конечные элементы считаются весьма эффективными в анализе напряженно-деформированного состояния (НДС) сплошных объектов. Эти элементы можно непосредственно применять при расчете оболочечных конструкций, уменьшая их размер в направлении толщины оболочки. Тем не менее, в общем трехмерном случае при применении таких конечных возникают определенные трудности [1]. Во-первых, наличие трех степеней свободы в каждом узле приводит к большим коэффициентам жесткости для перемещений по толщине оболочки [1], что может быть причиной плохой обусловленности системы уравнений, если толщина оболочки мала по сравнению с остальными размерами КЭ. Во-вторых, использование нескольких узлов по толщине оболочки является неэкономичным. Это объясняет известный факт, что в ряде случаев для толстых оболочек нормали к срединным поверхностям могут считаться

прямыми. Возможным способом решения этих вопросов является разработка модели НДС оболочечной конструкции, в которой оболочка представляется как совокупность плоских элементов. При этом предполагается, что поведение непрерывной криволинейной поверхности достаточно точно характеризуется поведением поверхности, составленной из малых плоских элементов. Из физических соображений следует, что с уменьшением размеров элемента решение должно сходиться и, как показывает опыт, такая сходимость действительно наблюдается [1].

Используя стандартные гипотезы о малости перемещений и деформаций, а также о несжимаемости и сохранении нормалей срединной поверхности [2], для каждого конечного элемента выбирается локальная система координат таким образом, чтобы плоскость xOy совпадала с плоскостью элемента, ось Oz была параллельна нормали, а начало координат совмещалось с первым узлом. Деформированное состояние конечного элемента для каждого i -го узла однозначно описывается перемещениями u_i и v_i , прогибом w_i и тремя углами поворота нормали: θ_x , θ_y и θ_z (фиктивный поворот нормали вокруг своей оси). При этом считается, что изгибные деформации подчинены положениям теории Рейсснера-Миндлина [3-4]. В результате поле предполагаемых перемещений определяется соотношением

$$\begin{cases} u(x, y, z) = u(x, y) + z\theta_x(x, y), \\ v(x, y, z) = v(x, y) + z\theta_y(x, y) \\ w(x, y, z) = w(x, y). \end{cases} \quad (1)$$

Вектор обобщенных перемещений для треугольного конечного элемента приобретает в вид

$$\mathbf{d}_e^T = \{u_1 \quad v_1 \quad w_1 \quad \theta_{x1} \quad \theta_{y1} \quad \theta_{z1} \quad \dots \quad u_3 \quad v_3 \quad w_3 \quad \theta_{x3} \quad \theta_{y3} \quad \theta_{z3}\} \quad (2)$$

С учетом деформаций, вызванных температурным полем, вектор плоских деформаций примет форму соотношения

$$\mathbf{e} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \mathbf{e}_m + z \cdot \mathbf{e}_b - \mathbf{e}_t = \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \end{Bmatrix} + z \begin{Bmatrix} \frac{\partial \theta_x}{\partial x} \\ \frac{\partial \theta_y}{\partial y} \\ \frac{\partial \theta_x}{\partial y} + \frac{\partial \theta_y}{\partial x} \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} \alpha T \\ \alpha T \\ 0 \end{Bmatrix}, \quad (3)$$

где α – коэффициент теплового расширения; T – температура.

Вектор сдвиговых деформаций описывается формулой

$$\mathbf{r} = \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial w}{\partial x} + \theta_x \\ \frac{\partial w}{\partial y} + \theta_y \end{Bmatrix}. \quad (4)$$

Соотношения между напряжениями и деформациями для изотропного материала представляются формулами

$$\mathbf{y} = \begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = \mathbf{D} \times \mathbf{e} = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu \\ \nu & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (5)$$

$$\Phi = \begin{Bmatrix} \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{Bmatrix} = \mathbf{G} \times \mathbf{r} = \begin{bmatrix} G & 0 \\ 0 & G \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix}, \quad (6)$$

где E – модуль Юнга; ν – коэффициент Пуассона; G – модуль сдвига.

Потенциальная энергия деформаций элементарного объема оболочки (V_e), находящейся под действием распределенного по поверхности давления \mathbf{q} , представляется соотношением

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} \int_{V_e} (\mathbf{B}_m \mathbf{d}_e + z \mathbf{B}_b \mathbf{d}_e - \mathbf{e}_t)^T \mathbf{D} (\mathbf{B}_m \mathbf{d}_e + z \mathbf{B}_b \mathbf{d}_e - \mathbf{e}_t) dV_e + \\ & + \frac{\kappa}{2} \int_{V_e} (\mathbf{B}_e \mathbf{d}_e)^T \mathbf{G} (\mathbf{B}_e \mathbf{d}_e) dV_e - \int_{S_e} \mathbf{N}^T \mathbf{d}_e \mathbf{q} dS_e, \end{aligned} \quad (7)$$

где \mathbf{B}_m , \mathbf{B}_b и \mathbf{B}_e – матрицы связей между обобщенными перемещениями и, соответственно, мембранными, изгибными и сдвиговыми деформациями; S_e – площадь срединной поверхности элементарного объема оболочки; $\mathbf{N}^T = \{N_1 \quad N_2 \quad N_3\}$ – вектор-столбец функций формы треугольного конечного элемента.

В результате минимизации энергии, представленной соотношением (7), получим

$$\begin{aligned} \int_{V_e} (\mathbf{B}_m^T \mathbf{D} \mathbf{B}_m + z \mathbf{B}_m^T \mathbf{D} \mathbf{B}_b + z \mathbf{B}_b^T \mathbf{D} \mathbf{B}_m + z^2 \mathbf{B}_b^T \mathbf{D} \mathbf{B}_b) dV_e + \kappa \int_{V_e} \mathbf{B}_e^T \mathbf{G} \mathbf{B}_e dV_e = \\ = \int_{S_e} \mathbf{N}^T \mathbf{q} dS_e + \int_{V_e} \mathbf{B}_m^T \mathbf{D} \mathbf{e}_t dV_e + \int_{V_e} z \mathbf{B}_b^T \mathbf{D} \mathbf{e}_t dV_e. \end{aligned} \quad (8)$$

Интегрируя объемные интегралы в формуле (8) по толщине элемента оболочки в пределах от $-\frac{h}{2}$ до $\frac{h}{2}$ получим соотношения для локальной матрицы жесткости и локального вектора нагрузок:

$$\begin{aligned} \mathbf{K}_e = h \int_{S_e} \mathbf{B}_m^T \mathbf{D} \mathbf{B}_m dS_e + \frac{h^3}{12} \int_{S_e} \mathbf{B}_b^T \mathbf{D} \mathbf{B}_b dS_e + \kappa h \int_{S_e} \mathbf{B}_e^T \mathbf{G} \mathbf{B}_e dS_e, \\ F_e = \int_{S_e} \mathbf{N} \mathbf{q} dS_e + h \int_{S_e} \mathbf{B}_m \mathbf{D} \mathbf{e}_t dS_e. \end{aligned} \quad (9)$$

Рассмотрим задачу моделирования НДС гладкого бака РКТ, подкрепленного шпангоутами, при наличии температурных воздействий.

Считая бак заземленным на конце трубы, получены качественные картины распределения значений компонент НДС по поверхности бака (рис. 1-9).

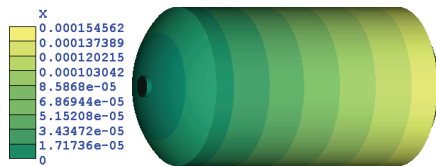


Рис. 1. Перемещения по первому направлению, м

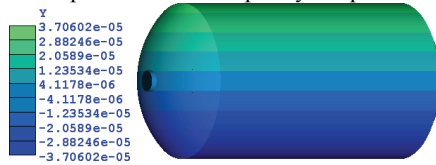


Рис. 2. Перемещения по второму направлению, м

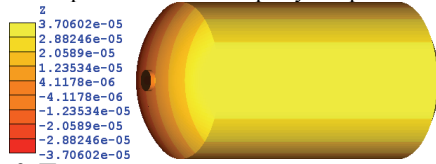


Рис. 3. Перемещения по третьему направлению, м

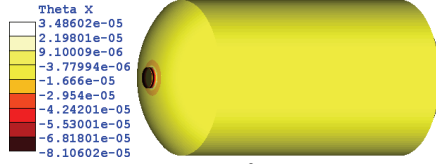


Рис. 4. Поворот θ_x , радианы

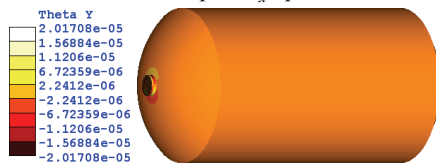


Рис. 5. Поворот θ_y , радианы

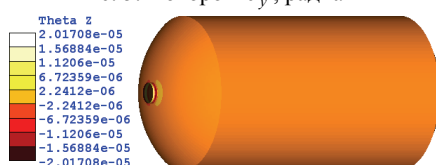


Рис. 6. Поворот θ_z , радианы

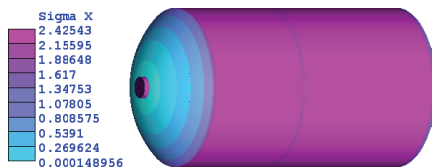


Рис. 7. Напряжения σ_{xx} , МПа

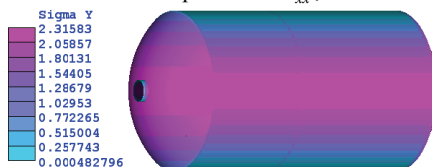


Рис. 8. Напряжения σ_{yy} , МПа

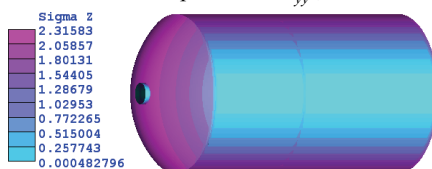


Рис. 9. Напряжения σ_{zz} , МПа

Выводы

Предложена усовершенствованная с точки зрения использования метода конечных элементов математическая модель определения напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций ракетной техники с учетом температурных деформаций. Представление тонкостенных конструкций оболочечными конечными элементами позволяет снизить вычислительные затраты (по сравнению с трехмерными элементами – «солидами») и обеспечить достаточно высокую точность и сходимость за счет используемых гипотез.

Список литературы

1. Zienkiewicz O. C. The Finite Element Method / O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor. – Volume 2 – Solid Mechanics – London: Butterworth-Heinemann, 2000. – 460 p.
2. Reddy J. N. Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells. Theory and Analysis / J. N. Reddy. – Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.: CRC Press, 2003. – 854 p.
3. Mindlin R. D. Influence of rotatory inertia and shear on flexural motions of isotropic, elastic plates / R. D. Mindlin // ASME Journal of Applied Mechanics. – 1951. – Volume 18. – P. 31-38.
4. Reissner E. The effect of transverse shear deformation on the bending of elastic plates / E. Reissner // ASME Journal of Applied Mechanics. – 1945. – Volume 12. – P. 68-77.

О.Г. Гоман, д.ф.-м.н., В.О. Катан, к.ф.-м.н., В.Ю.Клим, к.т.н.
(Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Україна)

Математичне моделювання задач аерогідродинаміки із застосуванням невластних інтегралів за адамаром

Для математичної моделі задач аерогідродинаміки про ударну взаємодію рідини та тіла, що знаходиться на її вільній поверхні, в умовах виникнення інерційного відриву течії від поверхні тіла у плоскій постановці запропоновано підхід застосування невластних інтегралів в сенсі скінченної частини за Адамаром.

Математична модель нестисливої ідеальної рідини в моделюванні складних аерогідродинамічних процесів вимушує розглядати невластні інтеграли в більш вузькому сенсі, ніж загально відоме їх визначення [1]. Так наприклад числовий метод – метод дискретних вихорів – потребує використання невластних інтегралів в сенсі головного значення за Коші [2]. Для розв'язання окремих проблем аеродинаміки крила скінченного розмаху використовуються невластні інтеграли в сенсі скінченної частини за Адамаром [3]. В гідродинаміці при розгляданні задач про дифракцію хвиль на тонких пластинах, повністю або частково занурених в рідину, такі інтеграли виникають з метою регуляризації сингулярного інтегрального рівняння відносно потенціалу розсіяної хвилі [4].

Розглянуто загальну постановку задачі гідродинамічного удару для циліндричного тіла, що знаходиться на вільній межі і має довільний контур (плоска постановка) [5]. Вказана задача за допомогою конформного відображення області гідродинамічної течії на верхню півплощину зводиться до класичної змішаної задачі Келдиша–Седова для характеристичної аналітичної функції течії. Наводиться загальна формула розв'язку задачі Келдиша–Седова в квадратурах [6].

У випадку однієї зони відриву застосування принципу Огазо до розв'язку, отриманого у вигляді квадратур, приводить до певного трансцендентного рівняння для визначення деякого числового параметра, що характеризує положення кінцевої точки відриву (друга точка знаходиться на вільній межі). Це рівняння містить сингулярні інтеграли у сенсі скінченної частини за Адамаром [3].

Всебічно досліджено задачі про удар пластинки з обертанням, яка попередньо занурена у рідину у вертикальному або в горизонтальному положенні. Залежність параметра, що визначає положення зони відриву, та між деяким кінематичним параметром ретельно проаналізована: проведені обчислення і порівняння з відповідною залежністю, визначеною аналітичними розв'язками вказаних задач. Співпадання результатів задовільне [7 – 8]

Запропонований підхід застосовано до розв'язку задачі про удар похилої пластинки з обертанням. Вважається, що внаслідок імпульсного удару елементи пластинки отримують миттєву наступальну швидкість, а також кутову швидкість. При цьому припускається, що на ділянці тильної сторони

пластинки, яка прилягає до вільної поверхні рідини, відбувається інерційний відрив течії рідини від поверхні пластинки, причому положення граничної точки зони відриву в фізичній площині заздалегідь невідоме, а в площині допоміжної комплексної змінної на осі абсцис їй відповідає точка з невідомою координатою.

Отримано рівняння з інтегралами в сенсі Адамара, що визначає положення точки відриву залежно від кута нахилу похилої пластинки до вільної поверхні рідини та деякого кінематичного параметру.

Одержані гідродинамічні розподілені і сумарні характеристики за ударної взаємодії нестисливої рідини та нахиленої пластинки, яка розташована на її вільній поверхні під будь-яким кутом нахилу: розподіл імпульсного тиску та дотичної складової швидкості рідини на поверхні пластики, розподіл нормальної складової швидкості рідини на вільній поверхні та на поверхні зони відриву.

Визначена особливість розрахунку імпульсивного тиску, яка полягає в тому, що інтеграли в отриманих співвідношеннях, є інтегралами в сенсі головного значення по Коші і, як правило (при деяких кутах нахилу пластинки), мають інтегровані за Ріманом особливості на кінцях інтервалу інтегрування. Цей факт значно ускладнює алгоритм обчислення таких інтегралів за рахунок необхідності аналітичного обінтегрування досить малих околів цих особливостей.

Отже для обчислення інтегралів в сенсі головного значення використовувалась стандартна процедура. Але недосконалість стандартної процедури складається в тому, що вона визначена тільки для внутрішніх точок інтервалу інтегрування. Було показано, що для кінцевих точок інтеграли в сенсі Коші переходять в інтеграли в сенсі Адамара, для обчислення яких використовувалась окрема відповідна процедура. Невідомі складові швидкості знаходились за допомогою диференціювання потенціалу течії або функції струму, які були наведені через сингулярні інтеграли в сенсі скінченної частини за Адамаром. За результатами такого диференціювання порядок особливості в сингулярних інтегралах підвищувався і для їх обчислення застосовувались модифіковані формули типу Адамара–Манглера. Тобто обчислення інтегралів в сенсі Адамара виконувалось за відомою процедурою Адамара – Манглера в додатковій модифікації: ці інтеграли, крім особливості типу Адамара на одному кінці інтегрування, на іншому кінці інтервалу інтегрування мають інтегровані за Ріманом особливості, які доводилося аналітично інтегрувати в малому околі цієї точки. [9].

Таким чином із використанням відповідних процедур обчислення інтегралів різної сингулярності визначені розподіли імпульсивного тиску на поверхні пластинки, нормальної та дотичної складової швидкості на поверхні пластинки, в зоні відриву та вільній поверхні рідини, а також, розраховані коефіцієнти приєднаних мас та моментів в залежності від кута нахилу пластинки до вільної поверхні рідини.

Висновок. В даній роботі пропонується підхід застосування невластних інтегралів в сенсі скінченної частини за Адамаром до задач аерогідродинаміки про ударну взаємодію рідини та тіла, що знаходиться на її вільній поверхні в

умовах виникнення інерційного відриву течії від поверхні тіла у плоскій постановці. Загальна постановка такої плоскої задачі для тіла будь-якого профілю за допомогою конформного відображення зводиться до змішаної задачі Келдиша–Седова і приймає вигляд загальновідомих квадратур. Саме на цей вид загального розв'язку і орієнтовано запропонований авторами спосіб визначення місця розташування зон відриву. Розв'язки задач за допомогою невластних інтегралів в сенсі скінченної частини за Адамаром вдалося представити в аналітичному виді, що містить квадратури, та зробити їх ретельний аналіз. Зокрема для знаходження положень зони відриву течії, що виникла в результаті удару, до отриманих аналітичних виразів потенціалу течії застосовано варіаційний принцип Огазо. Можливість застосування зазначеного підходу до розв'язання будь-якої плоскої ударної задачі підкреслює важливість роботи в розвитку теоретичних основ математичного моделювання задач аерогідродинаміки.

Список літератури

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Г.М. Фихтенгольц. – М.: Наука. – 1969. – Т.2. – 800 с.
2. Белоцерковский С.М. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях и их применение в аэродинамике, теории упругости, электродинамике / С.М. Белоцерковский, И.К. Лифанов. – М.: Наука. – 1985. – 256 с.
3. Общая теория аэродинамики больших скоростей под редакцией У.Р. Сирса. – М.: Воениздат. – 1962. – 300 с.
4. Martin P.A. Interaction of water waves with thin plates / P.A. Martin, N.F. Parsons, L.Farina. – In: Mathematical Techniques for Water Waves (ed. B. N. Mandal) Computational Mechanics Publications, Southampton, 1997. – P. 197 – 229.
5. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики/Л. И. Седов. – М.: Наука. – 1980. – 448 с.
6. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости / Н. И. Мусхелишвили – М.: Наука. – 1966. – 707с.
7. Гоман О.Г. Ударное взаимодействие несжимаемой жидкости и вертикальной пластины, плавающей на ее поверхности, в условиях образования одной зоны отрыва и наличия вращения / О. Г. Гоман, В. А. Катан // Вісн. ДНУ. Сер.: Механіка. – 2013. – № 5(21). – Вип. 17, Т. 1. – С. 191 – 205.
8. Катан В.А. Об одном способе определения положения зоны отрыва течения при ударном взаимодействии твердого тела и жидкости, / В.А. Катан // Вісн. ДНУ. Сер.: Механіка. – 2014. – № 5(22). – Вип. 18, Т.1. – С. 63 – 71.
9. Гоман О.Г. Ударное взаимодействие жидкости и наклонной пластинки, находящейся на ее свободной поверхности. Определение положения зоны отрыва./ О. Г. Гоман, В. А. Катан // Вісн. ДНУ. Сер.: Механіка. – 2016. – № 5(24). – Вип. 20. – С. 28 – 38.

On existence of limit cycle in business cycle model with only floor in induced investment

We investigate the conditions for excitation of the limit cycle solutions in the business cycle model with delays in the induced investment and in the consumption for only floor in induced investment function.

The model of the business cycle may be written in the form of the following system of the differential equations [1]

$$\begin{cases} e\dot{Y}(t) = C(t) + I(t) + A(t) - Y(t), \\ u\dot{I}(t) = \varphi(\dot{Y}(t)) - I(t), \\ \varepsilon\dot{C}(t) = \delta Y(t) - C(t). \end{cases} \quad \text{a)}$$

Here $Y(t)$ is income, $C(t)$ is consumption, $I(t)$ is induced investment, $A(t)$ is autonomous investment, $\varphi(\dot{y})$ is nonlinear Goodwin's accelerator, t is time in years, $\varepsilon > 0$, $\gamma > 0$ and $\theta > 0$ are the time-lag of the dynamic multiplier, the consumption delay time and the time-lag between the investment decisions and the resulting outlays (in years). Values of Y , C , I , A are expressed in billions of dollars per year. α is the marginal propensity to consume, $0 \leq \alpha \leq 1$.

It is usually assumed that $\gamma = 0$, hence $C = \delta Y$. In this case the well known Goodwin's equation [2] follows from Eq. (1)

$$\varepsilon\theta\ddot{Y} + (\varepsilon + s\theta)\dot{Y} + sY - \varphi(\dot{Y}) = A + \theta\dot{A}, \quad \text{b)}$$

where $s = 1 - \alpha$. If $\varphi(x)$ is a monotonically increasing function, $\varphi'(x) \geq 0$, $\varphi(0) = 0$, $\varphi'(0) = r > 0$ and

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \varphi(x) = \varphi_f < 0, \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} \varphi(x) = \varphi_c > 0,$$

then if an inequality $r > e + u$ is valid, Eq. (2) admits a solution in the form of a limit cycle [2]. It can be shown [3] that if the stationary point of Eq. (2) is an unstable focus, the limit cycle for Eq. (2) is possible even for the bounded only from below induced investment, for example,

$$\varphi = \begin{cases} \varphi_f, \dot{y} < r^{-1}\varphi_f \\ r\dot{y}, \dot{y} \geq r^{-1}\varphi_f. \end{cases}$$

c)

In this paper we investigate the conditions for excitation of the limit cycle solutions in the business cycle model (1) with only floor in the induced investment function (3).

Assuming as in [1], that autonomous investment is constant and equal to A_0 , from Eqs. (1)-(3) we obtain the following third order ODE [4]

$$\gamma\epsilon\theta\ddot{y} + (\gamma\epsilon + \gamma\theta + \epsilon\theta - \gamma\varphi'(\dot{y}))\ddot{y} + (\gamma + \epsilon + s\theta)\dot{y} + sy - \varphi(\dot{y}) = 0, \quad d)$$

where $y = Y - Y_s$, $Y_s = s^{-1}A_0$.

Eq. (4) split into two linear differential equations

$$\begin{cases} \gamma\epsilon\theta\ddot{y} + (\gamma\epsilon + \gamma\theta + \epsilon\theta - r)\ddot{y} + (\gamma + \epsilon + s\theta - r)\dot{y} + sy = 0, & \dot{y} > r^{-1}\varphi_f, \quad (a) \\ \gamma\epsilon\theta\ddot{y} + (\gamma\epsilon + \gamma\theta + \epsilon\theta)\ddot{y} + (\gamma + \epsilon + s\theta)\dot{y} + sy = \varphi_f, & \dot{y} \leq r^{-1}\varphi_f. \quad (b) \end{cases} \quad e)$$

Looking for the solution in the usual exponential form $y = y_0 e^{\lambda t}$ we obtain the corresponding characteristic equation for Eq.(5a)

$$a_0\lambda^3 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda + a_3 = 0,$$

f)

where the coefficients a_i are defined as

$$a_0 = \epsilon\gamma\theta, \quad a_1 = (-r + e + u)\epsilon + eu, \quad a_2 = -r + e + \epsilon + su, \quad a_3 = s.$$

Since the coefficients a_0 and a_3 are positive, the necessary and sufficient conditions that all roots of the characteristic equation (6) have positive real parts are the following:

$$D < 0, \Delta < 0,$$

where

$$D = a_2a_1 - a_3a_0, \quad \Delta = a_1^2a_2^2 - 4a_1^3a_3 - 4a_0a_2^3 + 18a_0a_1a_2a_3 - 27a_0^2a_3^2 < 0.$$

All roots of the characteristic equation for Eq.(5a)

$$\gamma\epsilon\theta\lambda^3 + (\gamma\epsilon + \gamma\theta + \epsilon\theta)\lambda^2 + (\gamma + \epsilon + s\theta)\lambda + s = 0$$

are negative:

$$\lambda_1 = -\frac{1}{\theta}, \quad \lambda_{2,3} = -\frac{\gamma + \epsilon \pm \sqrt{(\gamma + \epsilon)^2 - 4s\gamma\epsilon}}{2\gamma\epsilon}$$

Curves $\Delta = 0$ and $D = 0$ on the (γ, θ) parameters plane for fixed values of $\varepsilon = 0.6, \alpha = 0.4, r = 1.5$ are shown in the Figure 1. In domain 1 the solutions of Eqs. (1) - (3) asymptotically tend to zero as $t \rightarrow \infty$; in domain 2 the solutions asymptotically tend to infinity and in domain 3 - the limit cycles exist.

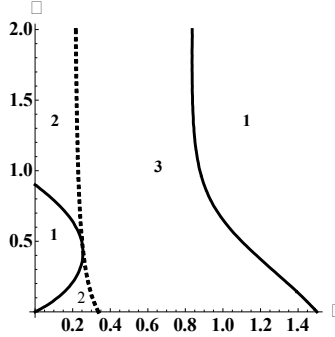


Fig. 1. 1 – stability domain; 2 – instability domain; 3 – limit cycles domain.

For the case $\gamma = \theta$, in from Eqs. (1)-(3) we obtain the following system

$$\begin{cases} e\dot{Y}(t) = Z - Y + A, \\ \theta\dot{Z} = \delta Y + \varphi(\dot{Y}) - Z, \end{cases} \quad \text{g)}$$

where $Z = I + C$. From Eqs. (7) follows the second order differential equation

$$eu\ddot{y} + (e+u)\dot{y} + sy - \varphi(\dot{y}) = 0, \quad \text{h)}$$

or

$$\begin{cases} eu\ddot{y} + (e+u)\dot{y} + sy = \varphi_f, & \dot{y} \leq r^{-1}\varphi_f \\ eu\ddot{y} + (e+u-r)\dot{y} + sy = 0, & \dot{y} > r^{-1}\varphi_f. \end{cases} \quad \text{i)}$$

The limit cycle for equation (9) will exist only in the case when the roots of characteristic equation

$$eu\lambda^2 + (-r+e+u)\lambda + s = 0,$$

are complex and $\text{Re } \lambda > 0$. These conditions are written in the form of inequalities

$$e+u < r < e+u + 2\sqrt{se\theta}. \quad \text{j)}$$

Conclusions

We have shown that if $\gamma = \theta$, then the limit cycle does excite for the piecewise investment function (3) in the following range of r values:

$$e + u < r < e + u + 2\sqrt{se\theta}.$$

If $\gamma = 0$, then for the Goodwin equation we have the system

$$\begin{cases} e\ddot{y} + (e + su)\dot{y} + sy = \varphi_f, & \dot{y} \leq r^{-1}\varphi_f \\ e\ddot{y} + (e + su - r)\dot{y} + sy = 0, & \dot{y} > r^{-1}\varphi_f. \end{cases} \quad (a) \quad (b) \quad k)$$

The conditions for the existence of a limit cycle in Eq. (11) are written [3] as

$$e + su < r < (\sqrt{e} + \sqrt{s\theta})^2.$$

The results of the simulations Eq. (9) and Eq. (11) for $\varepsilon = 0.6, \alpha = 0.4, r = 1.5, \varphi_f = -3$ are shown in Figure 2. It is seen that with the increasing of the consumption delay the amplitude of the income oscillations decreases.

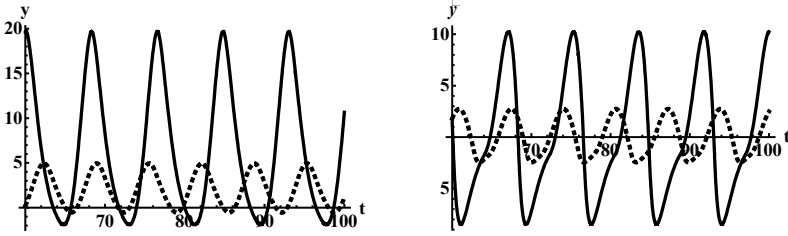


Fig. 2. The functions $y(t)$ and the time derivatives $\dot{y}(t)$: solid lines correspond to Eq. (2), dashed lines correspond to Eq. (9).

The author would like to thank Dr. S. Reznik for stimulating discussion and his assistance in carrying out the computations.

References

1. R. G. D. Allen, *Mathematical Economics* (Macmillan, London, 1948) (Russian edition: IL, Moscow, 1963).
2. R.M. Goodwin, *Econometrica* 19, 1–17 (1951).
3. S. Sordi, “The interaction between trend and cycle in macrodynamic models of the economy”, in *The Theory of Economic Growth. A ‘Classical’ Perspective*, edited by N. Salvadori, (Edward Elgar, Aldershot, UK, 2003), pp. 286–305.
4. A.O. Antonova, S. N. Reznik, and M. D. Todorov, “The effect of consumption delay on the excitation of Goodwin's oscillations” in *Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences - AMITaNS’ 14*, AIP Conference Proceedings 1629, edited by M. D. Todorov (American Institute of Physics, Melville, NY, 2014), pp. 247–252.

О локально конечных ненильпотентных группах с дополняемыми неабелевыми подгруппами

Рассматриваются локально конечные ненильпотентные группы с дополняемыми неабелевыми подгруппами. Их строение приведено до определяющих соотношений.

Подгруппа A группы G называется дополняемой в G , если в G существует такая подгруппа B , что $G=AB$ и $AB=1$. Конечные группы с дополняемыми подгруппами изучал Ф.Холл [1]. Произвольные (как конечные, так и бесконечные) группы с таким свойством, получившие название вполне факторизуемых, были полностью описаны Н.В.Баевой [2] (см. также Н.В.Черникова [3] и [4]). Сужение системы дополняемых подгрупп от всех подгрупп группы до системы абелевых подгрупп не привело к расширению класса вполне факторизуемых групп (С.Н.Черников [5] и Ю.М.Горчаков [6]). Естественно возник вопрос об изучении неабелевых групп с дополняемыми неабелевыми подгруппами, поставленный С.Н.Черниковым в [7].

В разные годы рассматривалось влияние дополняемости систем подгрупп, близких к системе неабелевых подгрупп, на строение группы, прежде всего: нециклических (О.Н.Зуб [8], и непримарных (Э.С.Алексеева [9], Н.М.Сучков[10]). Несмотря на то, что группы указанных классов имели большие различия в строении, некоторые общие подходы при изучении таких групп сохранялись. Из полученных результатов вытекает, что среди новых групп наибольшее сходство с вполне факторизуемыми группами сохранили группы с бесконечным абелевым коммутантом: для таких групп необходимым условием дополняемости неабелевых подгрупп является дополняемость цоколя группы и разложимость его в прямое произведение минимальных нормальных делителей группы. Понятие цоколя введено Р. Ремаком; использовалось С.Н.Черниковым при рассмотрении новых характеристик вполне факторизуемых групп [11].

Пусть G – произвольная неабелева группа, обладающая свойством: любая неабелева подгруппа из G дополняема в G . Тогда все неабелевы подгруппы и неабелевы фактор-группы группы G , а также все прямые произведения вида $G \times H$, где H – абелева вполне факторизуемая группа обладают тем же свойством. Кроме того, фактор группа группы G по ее неабелевому нормальному делителю вполне факторизуема.

Определение. Следуя Ф.Холлу и Тонту локально конечные разрешимые группы с абелевыми силовскими подгруппами будем называть A -группами (как и в конечном случае).

Лемма 1. В A -группе пересечение центра с коммутантом тривиально.

Следует из аналогичного утверждения для конечных групп (Тонт [12]).

Строение локально конечных ненильпотентных A -групп с дополняемыми неабелевыми подгруппами описывает следующая теорема [13].

Теорема А. В локально конечной ненильпотентной A -группе G тогда и только тогда дополняемы все неабелевы подгруппы, когда $G = H \times B$, где B — вполне факторизуемая абелева группа, а H — группа одного из типов:

1) H — конечная неабелева A -группа с дополняемыми неабелевыми подгруппами;

2) H — неабелева вполне факторизуемая группа;

3) $H = K \langle c \rangle$, K — абелева нормальная вполне факторизуемая группа, $|c| = q^m$, $c^q \in Z(H)$, $|K : C_K(\langle c \rangle)| = \infty$, q — простое число, $q \notin \pi(K)$, m — натуральное;

4) $H = [K] \langle b \rangle$, K разлагается в прямое произведение конечных минимальных нормальных делителей K_α группы H , на множителях которого вполне факторизуемая группа $\langle b \rangle$ и ее собственные подгруппы действуют неприводимо и нетождественно, причем среди подгрупп K_α по крайней мере одна имеет непустой порядок, а произведение подгрупп K_α , имеющих одинаковые порядки, является силовской подгруппой группы H ;

5) $H = [K]([\langle b \rangle] \langle a \rangle)$, где $b^q = a^r = 1$, $a^{-1}ba = b^a$, $a^r \equiv 1 \pmod{q}$, K разлагается в прямое произведение конечных минимальных нормальных делителей K_α группы H , $|K_\alpha|$ есть либо простое число, и тогда $[K_\alpha, b] = 1$, $K_\alpha \langle a \rangle$ — неабелева группа, либо r -я степень простого числа, отличного от q и r . Среди подгрупп K_α по крайней мере одна имеет непустой порядок; если $|K_\alpha| = p^r$, то элементы a и b действуют на K_α следующим образом:

$$b = \begin{pmatrix} \alpha_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \alpha_2 & \cdots & 0 \\ & \cdots & & \\ 0 & 0 & \cdots & \alpha_t \end{pmatrix}, \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ & & \cdots & & \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{pmatrix},$$

$|\alpha_1| = q$, $\alpha_1^r = \alpha_2$, \cdots , $\alpha_t^r = \alpha_1$, причем $p^2 - 1$ делится на q .

Строение локально конечных ненильпотентных групп с дополняемыми неабелевыми подгруппами, имеющих по крайней мере одну неабелеву силовскую подгруппу описывает следующая теорема [14].

Теорема 2. В локально конечной ненильпотентной группе G , содержащей по крайней мере одну неабелеву силовскую подгруппу, тогда и только тогда дополняемы все неабелевы подгруппы, когда $G = H \times B$, где B — вполне факторизуемая абелева группа, а H — группа одного из типов:

1) H — конечная ненильпотентная группа с дополняемыми неабелевыми подгруппами, содержащая по крайней мере одну неабелеву силовскую подгруппу;

2) $H = K \langle c \rangle$, K — абелева нормальная вполне факторизуемая группа, $|c| = q^m$, $c^q \in Z(H)$, $|K : C_K(\langle c \rangle)| = \infty$, q — простое число, m — натуральное и элемент c действует нетождественно на силовской q -подгруппе группы K ;

3) $H = L \rtimes P$, L разлагается в прямое произведение нормальных в H подгрупп простых порядков L_α , а P либо неабелева группа порядка p^3 и экспоненты p , либо группа диэдра порядка 8, в обоих случаях $1 \neq C_P(L) \neq P$ и $\pi(P) \not\subseteq \pi(L)$.

Выводы

Теоремы 1 и 2 вместе дают описание локально конечных ненильпотентных групп с дополняемыми неабелевыми подгруппами.

Список литературы

1. Hall Ph. Complemented groups// J. L. Math.. Soc.— 1937.— **12**.— P. 201–204.
2. Баева Н.В. Вполне факторизуемые группы//ДАН СССР.92,1953, №5,-С.877-880.

3. *Черникова Н. В.* Группы с дополняемыми подгруппами // Матем. сб.- 1956 - 39, С.273 - 292.
4. *Черникова Н.В.* К основной теореме о вполне факторизуемых группах.// Группы с системами дополняемых подгрупп. - Киев: Ин-т математики АН УССР, 1972,- С. 49-58.
5. *Черников С. Н.* Группы с системами дополняемых подгрупп. //Матем. сб.- 1954,- 35, С.93 - 128.
6. *Горчаков Ю.М.* Примитивно факторизуемые группы// Учен. зап. Пермск. ун-та, 17, вып. 2; 1960, С.15-31.
7. *Черников С.Н.* Исследование групп с заданными свойствами подгрупп// Укр.мат.журн. - 1969. - 21, №2. - С.193-209.
8. *Зуб О.Н.* Группы, нециклические подгруппы которых дополняемы.— В кн.: Группы с ограничениями для подгрупп. Киев: Наук, думка, 1971, С. 134—159.
9. *Алексеева Э. С.* Бесконечные непримарно факторизуемые группы// Некоторые вопросы теории групп. Киев: Ин-т математики АН УССР, 1975, С. 123— 140.
10. *Сучков Н. М.* О некоторых линейных группах с дополняемыми подгруппами.— Алгебра и логика, 1977, 16, № 5, С. 603—620.
11. *Черников С.Н.* Группы с заданными свойствами системы подгрупп.— М.: Наука. 1980.— 384с.
12. *Taunt D.* On A - groups, Proc. Cambr. Ph. Soc. 1949, 45, №1, P. 24-42.
13. *Барышовец П.П.* О бесконечных группах с дополняемыми неабелевыми подгруппами// УМЖ, 2013 , 33№7- С. 291-296.
14. *Барышовец П.П.* Бесконечные группы с дополняемыми неабелевыми подгруппами// УМЖ, 67 2015, №4- С. 447-455.

О.В. Каруну, к.ф.-м.н.
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)

Про деякі узагальнення теореми типу Келлога для локальних геллерових модулів гладкості

Розглянуто оцінки локальних модулів гладкості довільного порядку для похідних функцій, що реалізує конформне відображення однозв'язної області в комплексній площині.

Локалізацією $l = l(k, E, z, \delta)$ будемо називати правило (відображення), яке кожному впорядкованому набору (k, E, z, δ) , що складається з цілого невід'ємного числа k , множини $E \subset C$, точки $z \in C$ та додатного числа δ , ставить у відповідність (єдину) множину $l(k, E, z, \delta) \subset E^{k+1}$.

Нехай на множині $E \subset C$ задано скінченну функцію $w = f(z)$. Нехай $l(k, E, z, \delta)$ – проста евклідова максимальна локалізація, що відповідає заданому цілому невід'ємному числу k , додатному числу δ та точці $z \in C$. Тоді локальний модуль гладкості порядку k функції $w = f(z)$ визначається за формулою

$$\omega_{k,E}^l(f, z, \delta) = \sup_{(z_0, \dots, z_k) \in l(k, E, z, \delta)} \left\| [z_0, \dots, z_k; f, z_0] \right\|,$$

де $[z_0, \dots, z_k; f, z_0]$ – скінченна різниця порядку k функції $w = f(z)$.

Розглянемо [1] нецентрований локальний арифметичний модуль гладкості $\omega_{k,z}(f(z), \delta)$ порядку k ($k \in N$) функції $w = f(z)$ на кривій γ , тобто

$$\omega_{k,z}(f(z), \delta) = \sup_{(z_0, \dots, z_k) \in \gamma_{w,\delta}(N)} \left\| [z_0, \dots, z_k; f, z_0] \right\|,$$

де $\gamma_{w,\delta}(N)$ – множина наборів (z_0, \dots, z_k) таких, що криволінійні (відносно кривої γ) відстані між точками $z_0, \dots, z_k \in \gamma$ задовольняють умовам

$$\frac{\rho(z_i, z_{i+1})}{\rho(z_j, z_{j+1})} \leq N \quad (N \in [1, \infty)), \quad \rho(z_i, w) \leq \delta \quad (i, j = 1, \dots, k).$$

Нехай однозв'язна область G у комплексній площині обмежена спрямованою гладкою жордановою кривою Γ . Нехай $\tau = \tau(s)$ – кут між дотичною до Γ та додатною дійсною віссю, $s = s(w)$ – довжина дуги на кривій Γ .

Нехай $w = \varphi(z)$ – гомеоморфізм замкненого одиничного круга $\overline{D} = \{z : |z| \leq 1\}$ на замикання \overline{G} області G , конформний в u відкритому крузі $D = \{z : |z| < 1\}$. Нехай функція $z = \psi(w)$ – обернена до функції $w = \varphi(z)$.

Келлог у 1912 році довів, що, якщо функція $\tau = \tau(s)$ належить класу Гедьдера з показником α , $0 < \alpha < 1$, то тому ж класу належить і функція $\varphi'(e^{i\theta})$. Згодом було розглянуто багато різноманітних узагальнень цього результату. Зокрема, у роботах автора були отримані узагальнення та обернення теорем типу Келлога для модулів гладкості різних типів. (більш детально історію питання (див. в [1], [2], [5] та [7]).

Досліджується зв'язок між властивостями функції $\tau = \tau(s)$, функції $w = \varphi(z)$ та функції $z = \psi(w)$ в термінах локальних модулів в точках $w_0 = e^{i\theta} \in \partial D$ та $w_0 = w(s_0) \in \Gamma$, причому $w_0 = \varphi(z_0)$.

Теорема 1 [2]. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta)$ порядку k функції $\tau(s)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на кривій Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з показником α , де $0 < \alpha < k$.

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,\theta}(\varphi'(e^{i\theta}), \delta)$ того ж порядку k похідної $\varphi'(e^{i\theta})$ функції $\varphi(z)$ в точці $z_0 = e^{i\theta_0}$ на ∂D задовольняє умові

$$\omega_{k,\theta_0}(\varphi'(e^{i\theta}), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з тим же показником α .

Теорема 2 [2]. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,\theta_0}(\varphi'(e^{i\theta}), \delta)$ порядку k похідної $\varphi'(e^{i\theta})$ функції $\varphi(z)$ в точці $z_0 = e^{i\theta_0}$ на ∂D задовольняє умові

$$\omega_{k,\theta_0}(\varphi'(e^{i\theta}), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з показником α , де $0 < \alpha < k$.

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta)$ того ж порядку k функції $\tau(s)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з тим же показником α .

Теорема 3 [3]. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta)$ порядку k функції $\tau(s)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на кривій Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з показником α , де $0 < \alpha < k$.

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\psi'(w(s)), \delta)$ того ж порядку k похідної $\psi'(w)$ функції $\psi(w)$ у цій же точці $w_0 = w(s_0) \in \Gamma$ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\psi'(w(s)), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з тим же показником α .

Теорема 4 [6]. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\psi'(w(s)), \delta)$ порядку k похідної $\psi'(w)$ функції $\psi(w)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\psi'(w(s)), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з показником α , де $0 < \alpha < k$.

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta)$ того ж порядку k функції $\tau(s)$ у цій же точці $w_0 = w(s_0)$ на Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з тим же показником α .

Теорема 5 [7]. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta)$ порядку k функції $\tau(s)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на кривій Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau(s), \delta) = O\left(\delta^k \log \frac{1}{\delta}\right) (\delta \rightarrow 0).$$

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,\theta_0}(\varphi'(e^{i\theta}), \delta)$ того ж порядку k похідної $\varphi'(e^{i\theta})$ функції $\varphi(z)$ в точці $z_0 = e^{i\theta_0}$ на ∂D задовольняє умові

$$\omega_{k,\theta_0}(\varphi'(e^{i\theta}), \delta) = O\left(\delta^k \log \frac{1}{\delta}\right) (\delta \rightarrow 0).$$

Теорема 4 [8]. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau^{(m)}(s), \delta)$ порядку k ($k \in \mathbb{N}$) похідної $\tau^{(m)}(s)$ порядку $m \in \mathbb{N}$ ($m < k$) функції $\tau(s)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на кривій Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau^{(m)}(s), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з показником α , де $0 < \alpha < k$.

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\varphi^{(m+1)}(e^{i\theta}), \delta)$ того ж порядку

k того ж порядку k похідної $\varphi^{(m+1)}(e^{i\theta})$ функції $\varphi(z)$ в точці $z_0 = e^{i\theta_0}$ на ∂D задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\varphi^{(m+1)}(e^{i\theta}), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з тим же показником α .

Теорема 6. Нехай локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\varphi^{(m+1)}(e^{i\theta}), \delta)$ довільного порядку k ($k \in N$) похідної $\varphi^{(m+1)}(e^{i\theta})$ порядку $m \in N$ ($m < k$) функції $\varphi(z)$ в точці $z_0 = e^{i\theta_0}$ на ∂D задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\varphi^{(m+1)}(e^{i\theta}), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0),$$

з показником α , де $0 < \alpha < k$.

Тоді локальний модуль гладкості $\omega_{k,s_0}(\tau^{(m)}(s), \delta)$ того ж порядку k похідної $\tau^{(m)}(s)$ порядку $m \in N$ ($m < k$) функції $\tau(s)$ в точці $w_0 = w(s_0)$ на кривій Γ задовольняє умові

$$\omega_{k,s_0}(\tau^{(m)}(s), \delta) = O(\delta^\alpha) (\delta \rightarrow 0)$$

з тим же показником α .

Висновки

Для однозв'язної області у комплексній площині з межею, що є гельдеровою порядку α ($0 < \alpha < k$) в заданій точці, локальний модуль гладкості похідної функції Рімана у відповідній точці задовольняє умові Гельдера з тим же показником α .

Список літератури

1. Тамразов П. М. Гладкости и полиномиальные приближения. – К.: Наукова думка, 1975. – 74 с.
2. Карпу О. В. О модулях гладкости конформных отображений // Укр. матем. журн. – 1978. – Т. 30, №4. – С. 540 – 545.
3. Карпу О. В. Теорема о локальных негельдеровских модулях гладкости конформных гомеоморфизмов // Приближенные методы математического анализа. – К.: КГПИ, 1980. – С. 66 – 70.
4. Карпу О. В. О локальном обращении теоремы типа Келлога // Моногенные функции и отображения. – К.: Ин-т математики АН УССР, 1982. – С. 81 – 85.
5. Дынькин Е. М. Неаналитический принцип симметрии и конформные отображения // Алгебра и анализ. – 1994. – Т. 5, №3. – С. 119–142.
6. Карпу О. В. Скінченно-різницеві властивості конформних відображень // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. – К.: ІМ НАНУ, 2006. – Т.3, № 4. – С. 175 – 180.
7. Karpu O. W. On Properties of Moduli of Smoothness of Conformal Mapping // Complex Analysis and Potential Theory: Proceedings of the Conference

Satellite to the International Congress of Mathematicians 2006. – Singapore: World Scientific, 2007. – P. 231–238.

8. *Karpu O. B.* Про деякі скінченно-різницеві властивості конформних гомеоморфізмів однозв'язних областей // Зб. праць Ін-ту математики НАН України. – К.: ІМ НАНУ, 2010. – Т. 7, № 2. – С. 365 – 368.

9. *Karpu O. W.* On Boundary Properties Of Conformal Homeomorphisms // 9th International ISAAC Congress August 5 – 9, 2013: Abstracts. – Krakow, 2013. – P. 105.

Деякі дидактичні та методичні аспекти викладання лінійної алгебри студентам НН ІКІТ в рамках Програми “Вища освіта іноземною мовою”

Розглянуто особливості викладання лінійної алгебри студентам галузі знань “Інформатика та обчислювальна техніка”. Також розглянуто проблеми дидактичного, методичного та організаційного характеру, що виникають у процесі викладання лінійної та векторної алгебри в англомовних групах студентам, для яких англійська мова не є рідною.

Оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації), для майбутніх фахівців в галузі авіації дуже важливою є можливість отримання професійної освіти англійською мовою.

В зв'язку з впровадженням англомовної освіти в НАУ перед викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики, задіяними в роботі Програми “Вища освіта іноземною мовою”, постала нагальна потреба щодо дидактичного та методичного забезпечення навчального процесу.

Викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики НАУ протягом останніх десяти років проводяться дослідження з методики викладання математичних дисциплін іноземним та українським студентам в рамках освіти англійською. Деякі підходи до викладання окремих розділів лінійної алгебри іноземним та українським студентам розглядалися в рамках дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін студентам НАУ (див. [1 – 3]). Особливості викладання англійською мовою деяких питань лінійної алгебри розглядалися в рамках дослідження з методики викладання англійською мовою дисципліни “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” (див. [4 – 6]).

Дослідження ефективності різних методів викладу навчального матеріалу та організації навчального процесу під час лекцій, практичних занять, індивідуальної роботи студентів проводиться традиційними методами, тобто шляхом порівняння поточної та семестрової успішності різних груп та аналізу суб'єктивних оцінок студентів, отриманих за допомогою анкетування.

Дослідження вихідного рівня пізнавальної діяльності студентів як з боку наявності конкретних знань предмета, які передують новим знанням, так і з боку сформованості пізнавальних дій, відсутність яких не дозволить успішно реалізувати програму навчання, є однією з вимог сучасної педагогіки. Тому при викладанні математичних дисциплін іноземним студентам проводиться аналіз контингенту цих студентів, що навчаються в НАУ. При цьому особлива увага звертається на особливості викладання математики і англійської мови в середніх школах відповідних країн. Крім того, слід відмітити, що оскільки для українських студентів (і для іноземних також) є важливим володіння і українською термінологією, то при викладанні математичних дисциплін англійською мовою слід також враховувати певну специфіку термінів.

При формулюванні загальних проблем, що постають перед викладачами кафедри вищої та обчислювальної математики при роботі з іноземними студентами, перш за все слід відмітити певну відмінність в підходах до оцінки значущості різних тем та їх взаємозв'язків, що практикувалися при навчанні цих студентів ще в середній школі в інших країнах і, як наслідок, специфічність їхньої теоретичної і практичної підготовки з деяких питань.

Навчальними планами підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей за всіма напрямками підготовки передбачено вивчення лінійної алгебри в тому чи іншому обсязі. При цьому, обсяг теоретичного матеріалу і інтегровані вимоги до знань та умінь з навчальної дисципліни для студентів різних напрямів підготовки в технічному університеті суттєво відрізняються.

Унаслідок цього перед викладачами постають такі проблеми: відбору тем, запропонованих для вивчення студентам відповідного напрямку навчання (розв'язується при складанні НПІ та узгодженні її з випусковою кафедрою); проблема визначення співвідношення обсягу і спрямованості теоретичного і практичного матеріалу в складі відібраних тем (розв'язується при складанні та узгодженні РНП); проблеми вибору методичного забезпечення викладання всіх тем дисципліни для відповідного напрямку навчання (розв'язуються при підготовці підручників та навчальних посібників і в процесі проведення всіх видів навчальних занять).

Розглянемо основні, на наш погляд, проблеми, які постають при викладанні питань, що відносяться до лінійної алгебри, студентам англomовних груп Навчально-наукового інституту Комп'ютерних інформаційних технологій, що навчаються за напрямками підготовки “Комп'ютерна інженерія” та “Програмна інженерія”. Для студентів, що навчаються за напрямком підготовки “Комп'ютерна інженерія”, окремі питання лінійної алгебри викладаються в складі відповідного модуля “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” синтетичної дисципліни “Вища математика”. Для студентів, що навчаються за напрямком підготовки “Програмна інженерія”, викладається окрема дисципліна “Лінійна алгебра та аналітична геометрія”.

Дисципліна “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” складається з двох модулів: “Елементи лінійної та векторної алгебри” та “Елементи аналітичної геометрії”.

При вивченні лінійної та векторної алгебри іноземними студентами в цілому непогано засвоюється мікромодуль “Елементи векторної алгебри”, оскільки вони непогано знають векторну алгебру, причому деякі з них підготовлені краще значної частини українських студентів. Зауважимо, що при цьому вони достатньо ефективно використовують теоретичні знання для розв'язування задач.

Дещо складнішим для багатьох іноземних студентів є засвоєння мікромодуля “Елементи лінійної алгебри”. Відмітимо, що більшість іноземних студентів непогано оперують з визначниками і матрицями. Як правило, рівень сприйняття ними більш абстрактних питань є набагато нижчим. Зауважимо, що більшість іноземних студентів і значна частина українських знають про існування систем комп'ютерної математики і намагаються їх використовувати. Ми вважаємо доцільним надати студентам рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики до обчислення визначників та обернених матриць, для дій з матрицями і

визначниками. При цьому ми вважаємо обов'язковим показати студентам обмеження на застосування цих систем, наприклад наводячи задачі, в яких елементи визначників містять аналітичні вирази. Ми рекомендуємо студентам застосовувати системи комп'ютерної математики у випадках, коли визначники та матриці мають велику розмірність і коли їх елементи не є цілими числами.

Певні проблеми виникають у більшості іноземних студентів з обчисленням рангу матриці за методом обвідних мінорів, причому слід відмітити, що частина з них погано розуміє, що саме вони обчислюють. Значно краще засвоюється метод елементарних перетворень, оскільки частина іноземних студентів ще в середній школі зустрічалася з методом Гауса.

Мікромодуль “Системи лінійних алгебраїчних рівнянь” достатньо добре сприймається на рівні алгоритмів основних методів розв'язання систем і гірше на рівні дослідження сумісності системи. Крім того, дуже ефективним для мотивації до активної роботи для більшості іноземних студентів є своєчасна вказівка викладача на зв'язок методом Гауса з чисельними методами лінійної алгебри та лінійним програмуванням.

Мікромодуль “Лінійні простори та лінійні оператори. Білінійні та квадратичні форми” викладається тільки студентам, що навчаються за напрямом підготовки “Програмна інженерія”.

При вивченні цього мікромодуля у багатьох іноземних студентів виникають значні труднощі, як на рівні розуміння теоретичного матеріалу, так і при розв'язуванні навіть простих задач. Українські студенти, особливо ті, що навчалися в середній школі в класах з поглибленим вивченням математики, показують дещо кращі результати. Особливо важким для іноземних студентів (на жаль, і українських також) є застосування квадратичних форм до дослідження алгебраїчних рівнянь кривих і поверхонь другого порядку. Ці складнощі, як правило, є наслідком недостатнього рівня навичок оперування квадратичними формами, низького рівня аналітичних навичок при застосуванні квадратичних форм і поганим відчуттям геометричної суті розв'язуваної задачі.

Відмітимо, що більшість іноземних студентів дуже добре сприймають опорні матеріали, які крім рівнянь і рисунків містять також і словесні описання ознак канонічних рівнянь відповідних об'єктів. Зауважимо, що іноземні студенти, які навчаються за напрямами підготовки “Комп'ютерна інженерія” та “Програмна інженерія” краще сприймають опорні матеріали, що включають блок-схеми відповідних алгоритмів на відміну від студентів, що навчаються за технічними напрямами підготовки, для яких опорні матеріали у вигляді таблиць є більш ефективними. Ця відмінність спостерігається також і для українських студентів англомовних груп.

В цілому необхідно відмітити, що спільне навчання іноземних та українських студентів має, в основному, позитивні риси. Зокрема, українські студенти дістають можливість спілкування англійською мовою з іноземними студентами, що отримали мовну підготовку в інших країнах. Це значно полегшить професійне спілкування англійською мовою нашим випускникам. Для іноземних студентів основними перевагами навчання в таких групах є більш швидка адаптація в Україні і вироблення дружнього ставлення до нашої країни, мови і народу. Крім того, спільне навчання іноземних та українських студентів сприяє в них розвитку більш толерантного ставлення до представників інших рас і культур.

Висновки

Проведено аналіз практики викладання англійською мовою дисципліни “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” і відповідних розділів синтетичної дисципліни “Вища математика” іноземним та українським студентам, що навчаються в НН ІКІТ НАУ за напрямками підготовки “Комп’ютерна інженерія” та “Програмна інженерія”. Розглянуто особливості викладання всіх тем цієї дисципліни, проаналізовано стан її методичного забезпечення і надано певні рекомендації по роботі викладача при викладі окремих розділів для покращення засвоєння більшості тем дисципліни студентами різних категорій. Рекомендується при проведенні практичних занять і консультацій детальна алгоритмізація викладачем процесу розпізнавання основних формул при проведенні практичних занять і консультацій. Рекомендується використання різноманітних опорних конспектів, причому певну ефективність має адаптація їх форми для студентів різних напрямів підготовки.

Список літератури

1. Karupu O. W., Oleshko T.A. On some problems of teaching mathematics in English // XII міжн. наук. конф. ім. акад. М.Кравчука. – Київ: ТОВ “Задруга”, 2008. – Т. 2. – С. 217.
2. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2012. №2/2 (56), С. 11-14.
3. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам за кредитно-модульною системою // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки, № 8 (261). – Черкаси: ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2013. С. 52-57.
4. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії англійськомовним студентам в Національному авіаційному університеті // “ІТМ*ПІЮС – 2015”: Матеріали II Міжнародної науково-методичної конференції, Суми, 2015. Ч.2, С. 45-46.
5. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії в Національному авіаційному університеті в рамках освіти англійською // Математика в сучасному технічному університеті: Матеріали IV Міжн. наук. конф. – К., 2016. – С. 170-173.
6. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про деякі методичні аспекти викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії в Національному авіаційному університеті // Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. – 2016. – Vol. IV (38), Issue 77. – P. 29-32.

Про особливості викладання аналітичної геометрії студентам НН ІАН в рамках програми «Вища освіта іноземною мовою»

Розглянуто проблеми викладання аналітичної геометрії в англомовних групах студентам, для яких англійська мова не є рідною. Розглянуто особливості методичного та організаційного характеру, що виникають у процесі викладання окремих розділів дисципліни студентам технічних напрямів підготовки.

Вивчення аналітичної геометрії є важливим для професійного становлення майбутніх фахівців усіх технічних спеціальностей. Зауважимо, що викладання аналітичної геометрії в технічних ВНЗ традиційно забезпечується великою кількістю підручників, а методика її викладання студентам технічних напрямів підготовки досліджується багатьма авторами. Проте слід відмітити, що всі проблеми викладання цієї дисципліни мають свою специфіку при роботі з іноземними студентами. Свої особливості має також викладання дисципліни англійською мовою.

В Національному авіаційному університеті викладання питань аналітичної геометрії традиційно здійснюється в рамках дисципліни “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” або відповідних модулів дисципліни “Вища математика”. При цьому обсяг теоретичного матеріалу і інтегровані вимоги до знань та умінь з навчальної дисципліни для студентів різних напрямів підготовки суттєво відрізняються. Унаслідок цього перед викладачами постає низка проблем методичного та організаційного характеру.

Усі ці проблеми мають свою специфіку при роботі з групами, в яких навчаються як українські, так і іноземні студенти. Свої особливості має викладання аналітичної геометрії англійською мовою. Певні нюанси має також робота викладача з англомовними студентами, для яких англійська мова не є рідною.

Починаючи з 2007 року на кафедрі вищої та обчислювальної математики НАУ проводяться дослідження з методики викладання математичних дисциплін іноземним та українським студентам в рамках програми «Вища освіта іноземною мовою». Деякі особливості викладання окремих розділів аналітичної геометрії іноземним та українським студентам розглядалися в рамках дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін студентам НАУ (див. [1,2]). Особливості викладання англійською мовою деяких питань аналітичної геометрії розглядалися в рамках дослідження з методики викладання англійською мовою дисципліни “Лінійна алгебра та аналітична геометрія” і відповідних модулів дисципліни “Вища математика” (див. [3–5]).

Дослідження ефективності різних методів викладу навчального матеріалу та організації навчального процесу під час лекцій, практичних занять, індивідуальної роботи студентів проводиться традиційними методами, тобто шляхом порівняння поточної та семестрової успішності різних груп та

аналізом суб'єктивних оцінок студентів, отриманих за допомогою анкетування.

Розглянемо основні, на наш погляд, проблеми, що постають при викладанні окремих питань аналітичної геометрії студентам англомовних груп Навчально-наукового інституту Аеронавігації, які навчаються за напрямками підготовки “Авіоніка”, “Електроніка”, “Радіотехніка” та “Системна інженерія”.

Аналіз контингенту іноземних студентів, що навчаються в НАУ, показує, що вони є представниками різних систем освіти, що часто відрізняються одна від одної. При цьому рівень знань і обсяг інформації, який іноземні студенти набули у себе на батьківщині, за багатьма параметрами суттєво відрізняється від рівня знань випускників середніх шкіл України.

Тому при викладанні математичних дисциплін для таких студентів необхідно звернути увагу на особливості викладання математики в середніх школах відповідних країн; враховувати, що англійська мова не є рідною для цих студентів; враховувати, що навчання в середній школі відбувалось рідною мовою; іноземні студенти є носіями мов, для яких є характерними або відмінний від звичного для нас напрямок написання тексту або ієрогліфічна писемність.

Певна частина проблем, що постають при викладанні іноземним студентам аналітичної геометрії в рамках дисципліни “Вища математика”, пов'язана як з низьким рівнем шкільної підготовки цих студентів саме з геометрії, так і з достатньо поверховим рівнем сприйняття більшістю з них абстрактних питань лінійної алгебри.

Відмітимо, що оскільки для українських студентів (і для іноземних також) є важливим володіння і українською термінологією, то при викладанні саме цих питань слід також підкреслювати певну специфіку термінів.

Перш за все проблеми, що постають при викладанні іноземним студентам аналітичної геометрії, частково пов'язані зі специфічним рівнем шкільної підготовки переважної більшості іноземних студентів саме з геометричних питань, унаслідок чого значна частина цих студентів намагається розв'язувати геометричні задачі чисто аналітично, використовуючи якісь часто неправильні аналогії з задачами з цілком відмінною геометричною інтерпретацією.

Відносно кращою є ситуація для більшості українських студентів, хоча для певної їх частини подібний підхід до розв'язування геометричних задач також є характерним. Крім того, ці проблеми пов'язані також з специфікою шкільної підготовки студентів саме з геометрії, і особливо з стереометрії. Дуже часто студенти намагаються розв'язувати геометричні задачі за якоюсь аналогією без рисунків, що перевищує їхні можливості навіть у простих випадках.

Засвоєння переважною більшістю студентів англомовних груп мікромодуля “Пряма на площині” є відносно непоганим. Вони досить успішно опановують навички розпізнавання основних форм рівнянь прямої на площині і застосовують їх при розв'язуванні задач. При цьому результати значно покращуються при використанні опорних матеріалів, особливо якщо ці матеріали містять рисунки-схеми.

Набагато складнішим для засвоєння іноземними студентами є мікромодуль “Площина і пряма у просторі”, що є наслідком слабкого просторового мислення у значної частини цих студентів. При роботі в таких

групах бажано достатню увагу приділяти виробленню навичок розпізнавання основних форм рівнянь площини і прямої в просторі. При чіткому викладі викладачем алгоритму розпізнавання найпростіших їх типів і алгоритмів переходу між різними формами рівнянь значна частина іноземних студентів достатньо добре засвоює і застосовує ці навички. Зауважимо при цьому, що більшість іноземних студентів дуже добре сприймають опорні матеріали, які, крім рівнянь і рисунків, містять також і словесні описи ознак різних рівнянь відповідних геометричних об'єктів.

Відмітимо, що засвоєння мікромодуля “Криві другого порядку” є порівняно непоганим, хоча деякі труднощі виникають у певній частини іноземних студентів при знаходженні характеристик еліпса і гіперболи у випадках, коли фокуси кривої розташовані не на осі абсцис, а на осі ординат. Задачі, в яких задіяні параболи з різними варіантами розташування фокуса на координатних осях, для більшості іноземних студентів не викликають труднощів у випадках коли вершина параболи розміщена в початку координат або принаймні на тій же осі, що і фокус. Задачі останнього типу іноді вимагають додаткового пояснення викладачем. Зауважимо, що задачі, в яких вершина параболи розміщена не на координатних осях, як правило, також вимагають пояснення, супроводжуваного розв'язуванням прикладу викладачем або сильним студентом. Після цієї процедури, яка, на наш погляд, є корисною також і для частини українських студентів, більшість іноземних студентів досить вправно вміють виділяти повний квадрат і здійснювати паралельне перенесення координатних осей. Практично всі студенти англomовних груп, як правило, здобувають навички розв'язування задач такого типу, майже без помилок знаходячи усі характеристики кривих другого порядку і будуючи ці криві.

Набагато складнішим для засвоєння іноземними студентами є мікромодуль “Поверхні другого порядку”. Для справедливості зауважимо, що засвоєння цього матеріалу є складним і для значної частини українських студентів технічних спеціальностей. При роботі в таких групах бажано достатню увагу приділяти виробленню навичок розпізнавання основних форм канонічних рівнянь поверхонь другого порядку. Відмітимо при цьому, що при чіткому викладі викладачем алгоритму розпізнавання найпростіших їх типів значна частина іноземних студентів достатньо добре засвоює і застосовує ці навички. Особливо хороші результати дає використання різноманітних опорних конспектів.

В цілому необхідно відмітити, що при роботі в групах з іноземними студентами також бажано достатню увагу приділяти виробленню навичок розпізнавання канонічних рівнянь кривих та поверхонь другого порядку. Відмітимо, що більшість іноземних студентів дуже добре сприймають опорні матеріали, які крім рівнянь і рисунків містять також і словесні описання ознак канонічних рівнянь відповідних геометричних об'єктів. Зауважимо, що для іноземних студентів, які навчаються за напрямками підготовки “Авіоніка”, “Електроніка”, “Радіотехніка” та “Системна інженерія”, опорні матеріали у вигляді таблиць є більш ефективними, ніж опорні матеріали, що включають блок-схеми відповідних алгоритмів. Ця відмінність спостерігається також і для українських студентів англomовних груп.

В цілому необхідно відмітити, що іноземні студенти, як правило, достатньо добре організаційно підготовлені для навчання за кредитно-модульною системою. Особливо важливим для цих студентів, що не володіють або володіють дуже погано російською та українською мовами, є наявність доступних для них підручників, що містять необхідний теоретичний матеріал з великою кількістю розв'язаних прикладів і необхідну термінологію з перекладом на українську мову.

Висновки

Проведено аналіз практики викладання англійською мовою основних розділів аналітичної геометрії іноземним та українським студентам НН ІАН. Розглянуто особливості викладання всіх тем цієї дисципліни і надано певні рекомендації по роботі викладача при викладі окремих розділів для покращення засвоєння більшості тем дисципліни студентами різних категорій. Рекомендується приділяти більшу увагу виробленню навичок розпізнавання основних форм рівнянь прямої на площині, площини і прямої в просторі, канонічних рівнянь кривих та поверхонь другого порядку. При роботі зі студентами з слабкою математичною і мовною підготовкою рекомендується надавати студентам алгоритми розпізнавання найпростіших типів типових задач.

Список літератури

1. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2012. №2/2 (56), С. 11-14.
2. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про деякі особливості викладання математичних дисциплін іноземним студентам за кредитно-модульною системою // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки, № 8 (261). – Черкаси: ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2013. С. 52-57.
3. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про деякі методичні аспекти викладання лінійної алгебри та аналітичної геометрії в Національному авіаційному університеті // Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. – 2016. – Vol. IV (38), Issue 77. – P. 29-32.
4. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про особливості викладання окремих розділів аналітичної геометрії іноземним студентам НАУ // 17 міжн. наук. конф. ім. акад. М.Кравчука, 19 – 20 травня 2016: Матеріали конф. – К., 2016. – Т.3. – С. 256 – 259.
5. Карупу О. В., Олешко Т.А., Пахненко В.В. Про деякі особливості викладання аналітичної геометрії англомовним студентам // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2016. – Вип. 140. – С. 17-21.

*Зувев А.В., Демидко В.Г., кандидаты техн. наук, Мусиенко А.А., аспирант
(Национальный Авиационный Университет, Украина)*

Оценка надежности наземных средств аэронавигации

Рассмотрен метод оценки надежности системы эксплуатации, который оценивается на основе показателей данной системы. Предложена система мониторинга со своими показателями.

Разработка методов оценки надежности и мониторинга системы эксплуатации (СЭ) наземных средств связи, навигации и наблюдения является актуальным и перспективным направлением.

Надежность N СЭ можно представить в виде: $N = \{Vd; Pr; R; Ns\}$, где Vd – полнота данных; Pr – процессы; R – результативность системы и Ns – надежность системы.

Комплексный показатель надежности функционирования системы $P(S)$ зависит от показателей надежности каждой из подсистем, т. е.:

$P(S) = \{P(\text{Supr}); P(\text{Sosn}); P(\text{Svsp})\}$, где: $P(\text{Supr})$ – показатель надежности управленческих процессов; $P(\text{Sosn})$ – показатель надежности основных процессов; и $P(\text{Svsp})$ – показатель надежности вспомогательных процессов.

Показатель надежности каждой подсистемы содержит компоненты: ресурсы материальные ресурсы, человеческие ресурсы, информационные ресурсы. Показатель надежности подсистемы $P(\text{Supr/Sosn/Svsp})$ имеет вид:

$$P(\text{Supr/Sosn/Svsp}) = \prod_{i=1}^{k_{s1}} P_{s1} \prod_{i=1}^{k_{s2}} P_{s2} \cdots \prod_{i=1}^{k_{sn}} P_{sn}, \text{ где: } k_s - \text{ количество функций}$$

подпроцесса подсистемы P_{s1}, P_{s2}, P_{sn} - значение показателя надежности i -й функции подпроцесса в заданный промежуток времени

Для оценки надежности СЭ важную роль играет полнота данных на разных уровнях выполнения процессов [1]. Полнота данных имеет вероятностный характер, что дает основание представить состояние процессов СЭ, как неопределенность и количественно оценивать ее через энтропию $H(K)$, где K – состояние процесса после контроля.

Количество информации I от перехода объекта контроля с состояния A (до контроля) до состояния K рассчитывается по формуле $I = H(A) - H(K)$, где $H(A)$ – априорная энтропия и $H(K)$ – энтропия, определяемая после контроля.

Априорная энтропия состояния процесса СЭ можно оценить, используя известную информацию о нем. Например, если известно, что событие A выполняется с вероятностью $p(A)$, а противоположное к ней событие \bar{A} с вероятностью $p(\bar{A}) = 1 - p(A)$, то энтропия $H(A)$ события A равна:

$$H(A) = -p(A) \log_2 p(A) - p(\bar{A}) \log_2 p(\bar{A}).$$

Энтропия оценки состояния СЭ после мониторинга зависит от вероятности $p(B)$ того, что сигнал будет зафиксирован (достоверный или

ошибочный) и от вероятности противоположного события $p(\bar{B})$, а также от условных вероятностей: $p(B) = p(A) p(B/A) + p(\bar{A}) p(B/\bar{A})$.

Условная вероятность $p(A/\bar{B})$ отказа элемента СЭ при отсутствии сигнала определяется формулой Байеса: $p(A/\bar{B}) = \frac{p(A)p(\bar{B}/A)}{p(\bar{B})}$, где $p(\bar{B}/A)$ – вероятность события противоположная к (B/A) .

Энтропия состояния СЭ после проведения контроля зависит от условных энтропий и равна:

$$H(K) = p(B)H(A/B) + p(\bar{B})H(A/\bar{B}). \quad (9)$$

Надежность системы $S = \{ \text{Supr; Sosn; Svsp} \}$ – это свойство системы выполнять свои функции в течении заданного промежутка времени с сохранением заданных показателей. Во времени функционирование СЭ сосостоит из интервалов исправной работы и сбоев, определяемых требований к системе. Поэтому предлагается оценивать надежность СЭ через коэффициент готовности K_g , определяющий долю времени нормального функционирования СЭ: $K_g = \frac{\sum T_p}{\sum (T_p + T_b)}$, где: T_p - время нормального функционирования СЭ и T_b - продолжительность нарушений в СЭ.

Дифференцированная оценка качества СЭ с использованием коэффициента

готовности имеет вид: $K_g = \frac{TN - \sum_{i=n}^j t_{0,i} n_i}{TN}$, где: T – расчетное время работы всех подпроцессов СЭ; N – общее количество подпроцессов и n_i – количество подпроцессов, у которых отмечено отклонение от нормы (т.е. отказы СЭ) в течении времени $t_{0,i}$ и j – общее количество отказов в подпроцессах СЭ.

Методика управления надежностью СЭ состоит из нескольких этапов. Определяется степень нарушения работы СЭ, риск и издержки при возникновении отказа в системе по следующим параметрам:

- величина нарушения (отклонение параметров);
- продолжительность отказа;
- частота повторения подобных отказов на заданном промежутке времени.

Между указанными параметрами устанавливается функциональная взаимосвязь как непосредственная, так и косвенная. Например, увеличение частоты возникновения отказов в СЭ влечет за собой увеличение нагрузки на человеческие ресурсы, выполняющие устранения отклонений. Это в свою очередь приводит к увеличению времени ожидания начала восстановительных работ и, соответственно, к увеличению продолжительности отказа.

Полученные результаты позволяют дифференцированно оценивать качество эксплуатации системы на основе преобразованного коэффициента готовности, а также рассчитывать материальные издержки, связанные с возникшими отказами.

Для того чтоб своевременно выполнять управляющие воздействия необходимо иметь подсистему мониторинга составляющих СЭ. Основным

подходом для выбора структуры подсистемы Мониторинга являются потребители услуг. До потребителей услуг деятельности СЭ относятся: внешние потребители (Кабинета Министров Украины (КМУ), Евроконтроль, Международные организации гражданской авиации ICAO), внутренние потребители. Предлагается в подсистеме Мониторинга СЭ выделить подсистемы мониторинга, которые отвечают определенным потребителям у слуг:

1. мониторинг по показателям требований на основе законов Украины, постановлений и распоряжений КМУ, Органов центральной исполнительной власти;
2. мониторинг по показателям требований на основе отраслевых (национальных и международных) авиационных стандартов;
3. мониторинг по показателям требований на основе нормативных документов Министерства ГА СССР;
4. мониторинг по показателям требований на основе нормативных документов ICAO.

Для каждой подсистемы системы мониторинга выбираются определенные показатели для количественной оценки деятельности с учетом нормативных документов, регламентирующих требования потребителей.

Мониторинг СЭ можно представить в виде: $M = \{M_{vd}, M_{pr}, M_R, M_{Ns}\}$, где M_{vd} – мониторинг показателя полноты данных; M_{pr} – мониторинг процессов; M_R – мониторинг результативности системы и M_{Ns} – мониторинг надежности системы.

С использованием коэффициента готовности может быть определена дифференцированная оценка мониторинга СЭ.

Выбор пороговых уровней коэффициента готовности СЭ к мониторингу выбирается с учетом различных факторов, условий, которые определяют и описывают: уровни рисков, которые возникают у руководителя в связи с недостаточной надежностью как отдельных подпроцессов так и самой системы; затрат на мониторинг.

Выводы. Предложенная методика управления надежностью СЭ позволит управлять надежностью СЭ, определять необходимость проведения мониторинга СЭ.

Список литературы

1. Демидко В.Г. Інформативність дефектоскопії елементів конструкцій авіаційної техніки. Матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції «Авіа-2009».- Т.1.-К.: НАУ, 2009. – С.4.31 – 4.34.
2. А.А. Мусиенко, аспирант, В.В. Нимыч. Результативность системы эксплуатации технических комплексов в авиации. Том 2: Материалы IX международной науково - технической конференции «Авиа – 2009».-Т.2.-К.:НАУ, 2009.

Адаптована агентна імітаційна модель технологічних процесів і технічних засобів вирощування буряків цукрових

Розроблені базові засади моделювання технологічних процесів (ТП) і технічних засобів (ТЗ) вирощування буряків цукрових (БЦ), як складних систем, обґрунтовано використання комбінованих методів моделювання на основі вивчення їх закономірностей та агротехнічних умов, запропонована дворівнева концепція моделювання, розроблені принципи побудови агентної імітаційної моделі двоєдиного ТП, методи і методика процесу вибору параметрів ТП на основі методу деформованих конфігурацій.

При управлінні ТП звичайно необхідно забезпечити в реальному масштабі часу розрахунок і оптимізацію режиму, який гарантовано буде лежати в області допустимих режимів з урахуванням стохастичності зміни параметрів ТП. Тому при управлінні такими об'єктами доводиться орієнтуватися на найнесприятливіше поєднання чинників невизначеності і використовувати стратегію гарантованого результату. До теперішнього часу математичне моделювання дискретних слабо структурованих процесів і систем, для яких характерні множина критеріїв, стохастичність, інтервальність або нечіткість значень вихідних даних, є недостатньо дослідженою. Як варіант вирішення цієї проблеми пропонується концепція дворівневого моделювання в умовах невизначеності (рис. 1). ТП передпосівного обробітку ґрунту (ПОГ) та сівби БЦ, за якої необхідно моделювати на двох рівнях: на нижньому рівні



вирішуються задачі оцінки критеріїв ТП та визначення значень параметрів, які залежать від низки некерованих факторів за умови фіксації початкових параметрів ТП; на верхньому рівні, на основі результатів вирішення задач нижнього рівня, вирішується завдання вибору ТЗ та режимів реалізації ТП з урахуванням можливості корегування в режимі реального часу. При цьому задачі нижнього рівня вирішуються шляхом проведення експериментів, залученням експертів та на основі методу статистичного моделювання.

Рис. 1. Схема дворівневої концепції
моделювання ТП

Задача управління ТП вирощування БЦ є багатокритеріальною внаслідок того, що окремі технологічні операції мають власні локальні критерії. Зокрема, на етапі ПОГ основними критеріями є створення сприятливих умов для забезпечення максимальної польової схожості насіння, а при сівбі – точність

розміщення насіння, а відтак, сходів, що разом підвищує інтенсивність «стартового» розвитку рослин. На значення цих критеріїв впливає значна кількість некерованих факторів та параметрів ТП. Враховуючи наявність декількох критеріїв оцінки ТП доцільно розглянути багатокритеріальну постановку задачі ефективного керування ТП. Формальна постановка задачі багатокритеріальної оптимізації є такою.

Нехай f_1, \dots, f_g – критерії (цільові функції), за якими оцінюється ефективність ТП. Кожен з g критеріїв залежить від вектора параметрів (вхідних впливів) $x = (x_1, \dots, x_n)$ і важливість критеріїв описується коефіцієнтами відносної важливості (вагами) y_1, \dots, y_g . Критерії f_1, \dots, f_g утворюють вектор критеріїв $f = (f_1, \dots, f_g)$, а коефіцієнти y_1, \dots, y_g – ваговий вектор $y = (y_1, \dots, y_g)$. Критерії f_j , що входять до складу векторного критерію, будемо називати локальними. Кожному конкретному значенню параметрів ТП $x = (x_1, \dots, x_n)$ можна поставити у відповідність вектор оцінок $f(x) = (f_1(x), \dots, f_g(x))$. Тоді задачу прийняття рішення в загальному вигляді можна формалізувати наступним чином.

Знайти вектор параметрів ТП $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$, який забезпечує максимальні значення локальних критеріїв за умов відповідності вимогам та обмеженням ТП.

$$\max_{x \in X} f_i(x), \quad i = 1, \dots, g, \quad X = \{x : x \in \Omega, g_j(x) \geq b_j, j = 1, \dots, L\},$$

де: $f_i(x)$ – локальні критерії, значення яких або обчислюються за моделями, або отримані в результаті експериментів;

$g_j(x) \geq b_j, j = 1, \dots, L$ – функції обмежень, що визначають допустимі режими X технологічного процесу;

Ω – множина існуючих параметрів ТП.

До основних проблем такої постановки задачі управління ТП передпосівного обробітку ґрунту та сівби БЦ слід віднести наступні: 1) неузгодженість; 2) неформалізований, якісний характер локальних критеріїв; 3) необхідність формалізації правил порівнянь рішень щодо отримання найкращого; 4) складність методів пошуку компромісного рішення. ТП ПОГ та сівби можна представити в дискретно-статичному вигляді. З метою зменшення складності задачі, а також вирішення проблеми подолання багатокритеріальності, в даній роботі запропоновано наступний підхід.

В результаті виконання послідовності технологічних операцій за умов певних фіксованих параметрів можна отримати кінцевий продукт з відповідним набором властивостей. Кінцевий результат можна розглядати як точку в просторі критеріїв якості ТП. Нехай $x = (x_1, \dots, x_n)$ – це така «точка», якій відповідає вектор значень локальних критеріїв $f(x) = (f_1(x), \dots, f_g(x))$, які описують властивості отриманого продукту, тобто результату ТП.

Проведені дослідження довели наявність зв'язку між параметрами $x = (x_1, \dots, x_n)$ та значеннями локальних критеріїв $f(x) = f_1(x), \dots, f_q(x)$. Саме тому задачу підвищення продуктивності ТП вирощування БЦ можна розглядати як задачу пошуку у просторі критеріїв якості. Порівняльний аналіз відомих алгоритмів пошукової оптимізації показав переваги запропонованого академіком РАН Риковим О.С. методу конфігурацій, що деформуються, як найбільш придатного для вирішення поставленої задачі.

Конфігурація – множина вершин, що складається з k точок, число яких більше розмірності n простору незалежних змінних і які лежать одночасно у підпросторі розмірністю, меншою за n . Для розв'язку задачі безумовної мінімізації скалярної функції методи деформованих конфігурацій використовують правильні симплекси в якості основної конфігурації. Управління процесом пошуку в таких методах здійснюється за рахунок вибору локально оптимального напрямку зсуву центру симплекса і вибору величини кроку, що забезпечує зменшення значення функції, яка оптимізується в центрі симплекса. Величина кроку змінюється шляхом зміни розміру симплексу зі збереженням правильної форми симплекса. Для пошуку максимального значення функції на кожній ітерації використовується певна конфігурація $f_i(x)$. Пропонований алгоритм складається з наступних кроків:

1. Задати початкову точку $x \in R^n$, $n = 1$.
2. Побудувати комплекс S_N з вершинами $X^{N,j}$, $j = 1, \dots, k$.
3. Обчислити значення локальних критеріїв $\left(f_1(X^{N,j}), \dots, f_m(X^{N,j}) \right)$ у кожній вершині.
4. Перевірити правило зупинки. Якщо умова виконується, то пошук завершується.
5. Розділити вершини на групи: p неприйнятних, l середніх, $k-p-l$ прийнятних.
6. Побудувати комплекс S_{N+1} .
7. Обчислити значення локальних критеріїв у нових вершинах $M = p + 1$.
8. Якщо $i > M$, перейти до п. 16.
9. Порівняти значення функцій у точках $X^{N,j}$ і $X^{N+1,j}$. Якщо $f(X^{N,j}) > f(X^{N+1,j})$, то перейти до п. 12.
10. Побудувати нову вершину: $y = X^{N,j} + \alpha(X^{N+1,j} - X^{N,j})$, обчислити для неї значення локальних критеріїв.
11. Якщо $f(y) > f(X^{N+1,j})$, то $X^{N+1,j}$ замінити на y .
12. Зменшити α . Перейти до п. 20.
13. Побудувати нову вершину y .
14. Якщо $f(y) < f(X^{N+1,j})$, перейти до п. 12. Замінити $X^{N+1,j}$ на y .
15. $i = i + 1$, перейти до п. 8.

16. $N = N + 1$, перейти до п. 4.

Було розв'язано ряд проблем: по організації можливих напрямків зміщення центру симплекса і вибору з них оптимального в деякому розумінні напрямку, а також за вибором розміру симплекса. У якості критерію локальної оптимальності нами використано критерій, за яким відображаються ті вершини, в яких значення функції, що оптимізується є більшим за значення функції в центрі симплекса. На рис. 2 наведено приклад застосування такого критерію.

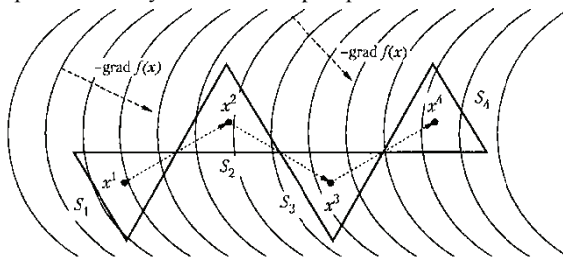


Рис. 2. - Приклад процедури з відображенням декількох вершин

Для визначення значень параметрів, що пов'язані із відповідною точкою у просторі незалежних змінних необхідно отримати значення критеріїв, що можливо тільки в процесі реалізації ТП шляхом проведення експерименту. Враховуючи складнощі проведення реального експерименту, в роботі запропоновано використання імітаційного моделювання. - методу дослідження, при якому досліджувана система замінюється сконструйованою моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему, та з якою проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему. Складові частини імітаційної моделі є структура системи, тобто сукупність описів елементів і зв'язків між ними; засоби відтворення поведінки системи; властивості середовища, в якому функціонує досліджувана система. Зазначена інформація в цілому носить логіко-математичний характер і представляється у формі сукупності алгоритмів, що описують динаміку функціонування системи. Переваги імітаційного моделювання полягають в тому, що в його основі лежить методологія системного аналізу. Зважаючи на це, імітаційне моделювання можна використовувати як універсальний підхід для прийняття рішень в умовах невизначеності та для врахування в моделях факторів, які складно формалізуються, а також застосовувати на практиці основні принципи системного підходу при вирішенні багатьох прикладних задач, у т.ч. в галузі розробки ТП і ТЗ буряковиробництва.

На відміну від загальноно використовуваних емпіричних моделей, які відносяться до класу «чорної скрині», врахування внутрішніх параметрів складної системи дозволяє досліджувати вплив множини внутрішніх факторів на результати функціонування системи. Особливим видом імітаційного моделювання є агентне моделювання. Агент являє собою активний інформаційний об'єкт, яким може позначатись суб'єкт господарської діяльності, технологічний пристрій, організація, населений пункт і т.д. Залежно від того, який об'єкт являє собою агент, модель може відповідати

високому рівню абстракції, середньому, низькому або поєднувати кілька рівнів. Таким чином, ця парадигма моделювання є найбільш універсальною.

Основною відмінністю агентного підходу є побудова моделі за принципом знизу вгору. Залежності між агрегованими величинами не задаються виходячи з експертних знань про реальний світ, а виходять з процесу моделювання індивідуальної поведінки багатьох агентів, їх взаємодії один з одним і з об'єктами, які моделюють навколишнє середовище. Наприклад, дослідження ТП буде відбуватися не в поняттях готової продукції, а в моделі будуть закладені можливі реакції окремого технологічного процесу і окремого технічного засобу на зміну умов навколишнього середовища та параметрів ТП. У агентів є можливість впливати на поведінку один одного. Модель може враховувати просторові характеристики, взаємне розташування агентів по відношенню один до одного та об'єктів навколишнього середовища. При агентному підході до побудови моделі також можливе використання гетерогенних елементів моделі.

До головних переваг агентного підходу слід віднести:

- можливість аналізувати зв'язок між поведінкою агентів на макрорівні;
- можливість аналізу наслідків поведінки на макрорівні;
- відсутність централізованого визначення динаміки системи;
- визначення поведінки на індивідуальному рівні, а глобальна поведінка виникає як результат діяльності багатьох агентів.

Моделювання на основі агентного підходу базується на понятті агента. Агент – модель взаємного впливу досліджуваного об'єкту та середовища як послідовності дій та реакції. Для представлення можливих дій агента та його взаємодії із зовнішнім середовищем необхідно мати інструмент, який дозволяє у формальному вигляді описувати поведінку агента. Формальна архітектура агента задається через опис середовища, в якому функціонує агент, сприйняття агентом цього середовища та його діями.

Позначимо зовнішнє середовище агента за допомогою множини станів S . Можливі дії агента описуються за допомогою множини дій A . Абстрактно агент може представлятися як функція $g_s : S \rightarrow A$, тобто вибір конкретної дії із множини можливих дій агент здійснює на основі поточного стану зовнішнього середовища $s_i \in S$. При цьому дії агента можуть впливати на середовище, але не контролювати його повністю. Для представлення агента зручно використовувати модель сприйняття зовнішнього середовища. Для цього вводиться множина можливих сприйняття P та функція $f : S \rightarrow P$, яка описує, у який спосіб певні стани середовища сприймаються агентом. Тоді агент представляється за допомогою функції $g_p : P \rightarrow A$, тобто дія агента визначається у загальному випадку поточним сприйняттям стану зовнішнього середовища $p_j \in P$.

Модель агента із сприйняттям еквівалентна базовій. Проте вона дозволяє ввести наступну додаткову властивість агента: різні стани середовища можуть однаково сприйматися і навпаки – один стан може по-різному сприйматися агентом, що надає необхідний механізм для моделювання ТП вирощування БЦ з урахуванням впливових факторів. Враховуючи багатостадійність ТП,

необхідно врахувати історію процесу як важливу складову отриманого результату. Як варіант рішення цієї задачі запропоновано введення поняття стану агента. При цьому вважається, що агент має певні внутрішні структури даних, які він модифікує в залежності від сприйняття поточного стану зовнішнього середовища, та на основі отриманих результатів обирає дію. Для формалізації цього процесу вводиться множина I внутрішніх станів агента та функція оновлення внутрішнього стану, яка відповідає за оновлення внутрішнього стану у відповідності до поточного сприйняття середовища: $h : I \times P \rightarrow I$. Тоді агент описується за допомогою функції $g_I : I \rightarrow A$, тобто дія обирається на основі поточного стану. Для коректного опису необхідно також визначати початковий стан i_0 .

У даній роботі знання та правила, які описують взаємодію агентів та середовища, пропонується формалізувати за допомогою методів теорії інтелекту, зокрема методу компараторної ідентифікації. Компаратор реалізує предикат $K(y_1, y_2, \dots, y_m) = t$, що відповідає відношенню K , в якому знаходяться внутрішні параметри (y_1, y_2, \dots, y_m) . При цьому t – це будьова змінна, $t \in \{0,1\}$. До входів компаратора підключені функції f_1, f_2, \dots, f_m , які впливають на визначення стану об'єкту. Ці функції описують механізми сприйняття вхідних фізичних параметрів x_1, x_2, \dots, x_m . Предикат об'єкта $P(x_1, x_2, \dots, x_m) = t$ виражається у вигляді $P(x_1, x_2, \dots, x_m) = K(f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_m(x_m))$. Внутрішні параметри $y_1 = f_1(x_1)$, $y_2 = f_2(x_2), \dots, y_m = f_m(x_m)$ є змінними, недоступними для спостереження. Формальна модель компаратора дає змогу описати функцію агента у загальному вигляді. Тоді функція сприйняття має вигляд $f_K : S \xrightarrow{K} P$, а функція вибору дії – $g_m : (P \times A)^* \xrightarrow{M} A$ для заснованого на моделі агента, який описується компаратором.

Таким чином, визначивши правила взаємодії агентів із зовнішнім середовищем, цілком можливо надати детальну модель ТП. Агенти у цьому випадку моделюють як окремі робочі органи (РО) ТЗ, що впливають на середовище задля забезпечення певних умов ТП. Середовищем, в якому взаємодіють агенти, є ґрунтово-кліматичні та агротехнічні умови, розмірно-масові характеристики насіння. Параметри середовища, які мають вплив на результати діяльності агентів, моделюються на основі статистичних моделей з урахуванням випадковості домінуючих факторів. В результаті імітаційного експерименту з агентною моделлю можливо отримати характеристики, що є важливими для ТП ПОГ та сівби. Отримані значення є вихідною інформацією для одного циклу оптимізації, заснованої на алгоритмі методу конфігурацій, що деформуються.

Для реалізації запропонованого підходу розроблено дворівневу модель ТП ПОГ та сівби БЦ. На першому етапі визначено критерії оцінки ефективності ТП. Для даного ТП розглянуто наступні, найбільш значущі критерії:

f_1 – коефіцієнт варіації розміщення насіння;

f_2 – середня глибина обробітку;

f_3 – кількість грудочок ґрунту діаметром до 25 мм.

На значення виділених критеріїв впливає багато керованих та некерованих факторів. Найважливішими показниками ТП висіву насіння БЦ, які визначаються вибором параметрів висівного апарату, є: маса насінини, початкова швидкість падіння насінини і кут нахилу її до горизонту, робоча швидкість посівного агрегата. Відповідно, в якості змінних можна обрати наступні параметри, які утворюють компоненти вектора x :

x_1 – маса насінини; x_2 – початкова швидкість насінини;

x_3 – кут нахилу до горизонту; x_4 – робоча швидкість сівалки.

Відповідно до прийнятої методології на першому етапі необхідно задати початкові параметри ТЗ та виконати ТП. З огляду на неможливість проведення повномасштабних реальних експериментів, оцінку партерів ТП та критеріїв треба проводити в модельному середовищі. Задля цього досліджувались 6 типів агрегатів ТЗ для виконання ПОГ, початкові умови яких сформовано відповідно до отриманих емпіричних даних (табл.1). Імітаційна модель надає оцінки обраних критеріїв за умови фіксованих параметрів ТП та стохастичної природи досліджуваного процесу.

Таблиця 1

Початкові параметри імітаційної моделі

Склад агрегата		Параметри агрегата					Параметри ґрунту і насіння		
		Робоч а швидк ість	Шир ина захва та	Ма са	Поту жн. двиг уна	Витр ати пальн ого	Глиби на оброб ітку	Вміст грудоч ок $\varnothing < 25\text{мм}$	Поль ова схожі сть
		км/год	м	кг	кВт	кг/га	см	%	%
1	ХТЗ-121+ АРВ-8,1-01	11	9	10150	88	2,6	4,0±1,0	90,7	62,8
2	ХТЗ-121+ АРВ-8,1-02	11,6	8,6	10200	88	2,4	4,0±0,9	98,5	66,7
3	Т-150К+ АРВ-8,1-02	8	8,6	9700	121	4,7	4,0±0,8	91,1	60,4
4	МТЗ-80+	8	5,4	4150	55	3,5	4,0±1,1	96,2	64,8

	УСМК -5,4Б								
5	Т- 150К+ Компа ктор	7,5	6	115 20	121	4,9	4,0±0, 8	96,8	62
6	ХТЗ- 121+ АРВ- 8,1- 01+...0 2	7,5	9	120 50	88	3,2	4,0±0, 7	87,5	57,9

Розроблена модель об'єднує три типи агентів: «агрегат», «грунт» та «насінина». Зовнішнє середовище моделюється як сукупність некерованих ґрунтово-кліматичних факторів, що впливають на досліджувані параметри. Агрегат реалізується як послідовно взаємодіюча низка енергетичних засобів, машин та РО, кожний з яких в свою чергу реалізується окремим агентом. Відповідна функція агента $g: S \times I \times A \rightarrow A'$. Зовнішнє середовище визначається множиною станів $S = \{S_i\}$, а ґрунт описується функцією оновлення параметрів $h: S \times A' \times K \rightarrow K$. Насінина моделюється як стохастична величина, яка за заданими параметрами функції розподілу ймовірності реалізує предикат польової схожості $G(I \rightarrow A)$.

До переваг використання імітаційного моделювання на нижньому рівні можна віднести:

- можливість опису складних процесів на високому рівні деталізації;
- відсутність обмежень на вигляд залежностей функціональних відношень (нелінійність, нестационарність, стохастичність і т.д.);
- можливість дослідження динаміки взаємодії елементів системи у просторі параметрів і в часі.

До перешкод для побудови агентної моделі слід віднести, по-перше, відсутність адекватних даних. Як правило, зібрати експертну інформацію за характеристиками індивідуальних об'єктів складніше, ніж за агрегованими показниками. По-друге, необхідність визначення логіки поведінки окремого агента в термінах, придатних для машинної обробки. У процесі імітаційного моделювання можуть виникнути потреби у значних обчислювальних ресурсах для виконання програмної симуляції. Важливою перешкодою щодо реалізації моделі також є необхідність у кваліфікованому персоналі, який має спеціальну підготовку та володіє відповідними технологіями.

Таким чином, по-перше, необхідно обчислити значення параметрів ТП, які залежать від низки некерованих факторів; по-друге, треба вирішити багатокритеріальну задачу оптимізації ТП. Результати моделювання ПОГ та сівби (рис.3) надають можливість отримати статистичні дані, необхідні для оцінки параметрів при вирішенні задачі оптимізації. Для порівняння отриманих значень критеріїв запропоновано провести їх нормалізацію за

шкалою відношень. Це надає візуальне уявлення про значення критеріїв, що розглядаються, та підхід щодо агрегації отриманих оцінок.

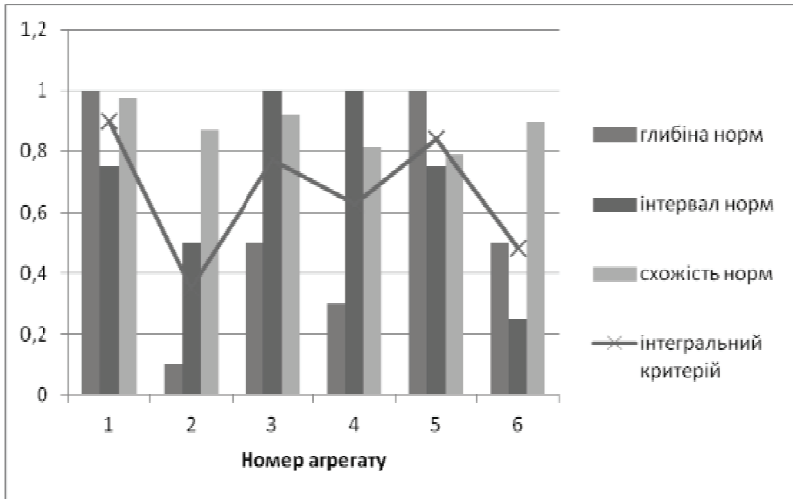


Рис. 3. Результати моделювання на нижньому рівні

Висновки. Головною метою моделювання ТП вирощування БЦ є підвищення їх продуктивності за рахунок визначення та обґрунтування оптимальних параметрів. Дослідження ТП і ТЗ на основі імітаційного, зокрема агентного моделювання, як одного із його видів, дозволяє визначити технологічні змінні, їх взаємовідносини та взаємозв'язки, виділити техніко-економічні показники, оцінити вплив на врожайність БЦ, визначити напрямки розвитку та шляхи вдосконалення техніко-технологічної бази галузі буряківництва.

Моделирование пластических деформаций бетона с учётом термоползучести

В докладе рассмотрен процесс математического моделирования полных деформаций железобетонных конструкции при эксплуатации в условиях воздействия высоких температур. Предложена формула для вычисления функции ползучести, которая учитывает изменение температуры эксплуатации конструкции.

В результате нарушения термометрического равновесия конструкции с окружающей средой или при изменении энтальпии, бетон претерпевает температурные деформации. Такой вид деформаций неизбежен во многих массивных бетонных конструкциях, которые в молодом возрасте в следствии экзотермии разогреваются (часто их температура достигает 40 °С), а затем медленно остывают (рассеивание накопленного тепла может происходить в течении многих лет). Непрерывные температурные деформации свойственны сооружениям, что находятся на открытом воздухе и подвергаются атмосферным воздействиям, которые носят периодический характер. Аналогическое влияние на конструкцию оказывают технологические циклы, например, в автоклавах, пропарочных камерах, горячих цехах и т.д. Длительному воздействию высоких температур подвергаются многие железобетонные сооружения специального предназначения: дымовые трубы, фундаменты под специальные печи, бункеры для золы и шлака, борова для отходящих газов и т.д.

Во время эксплуатации бетонные и железобетонные конструкции постоянно подвергаются воздействиям несилового характера, в результате которых происходит изменение напряженного состояния и возникают вынужденные деформации. К вынужденным деформациям относятся деформации, которые связаны с осадкой опор, искусственное перераспределение усилий, изменением температуры или влажности бетона, и т.д. Без учёта влияния этих факторов на напряженно-деформированное состояние конструкции невозможно надежно рассчитать бетонные или железобетонные конструкции, гражданские, гидротехнические или промышленные сооружения.

Доклад посвящен исследованию напряженно-деформированного состояния бетонных и железобетонных конструкций при наличии вынужденных деформаций (возникших в результате появления только температурных напряжений).

В случае рассмотрения линейной зависимости между напряжениями и деформациями ползучести, опираясь на принцип суперпозиции, полные деформации конструкции выражают в виде:

$$\varepsilon(t) = \int_0^t J(t, t') d\sigma(t') + \varepsilon^0(t), \quad (5)$$

Это уравнение отображает взаимосвязь между характеристиками прочности и пластичности бетона, как стареющего упруго-пластического материала. Где $J(t, t')$ – функция податливости материала (функция ползучести). Эта функция отображает полные деформации тела в момент времени t , которые спровоцированы единичным напряжением, что действовало с момента времени t' :

$$J(t, t') = \frac{1}{E(t')} + C(t, t') = \frac{1 + \phi(t, t')}{E(t')}, \quad (6)$$

Появление температурных деформаций при ограничении перемещений конструкций влечет за собой развитие температурных напряжений, что часто сопровождается появлением температурных трещин. Последние влекут за собой значительные повреждения в статически неопределимых бетонных и железобетонных конструкциях.

При повышении температуры эксплуатации бетона, в нём начинают происходить определенные физико-механические изменения.

Для аппроксимации функции ползучести наиболее приближенные результаты к эмпирическим данным позволяет получить двойной степенной закон:

$$J(T, t, t') = \frac{1}{E_0} + \frac{\phi_T f_W}{E_0} \cdot \left((t'_e)^{-m} + \alpha \right) \cdot (t - t')^n \quad (7)$$

Где ϕ_T – функция температуры, f_W – функция абсолютной влажности бетона, t'_e – функция периода гидратации бетона, α, m, n – параметры бетона, которые равны: $\alpha = 0.3$, $m = 1/3$, $n = 1/8$, E_0 – модуль мгновенной деформации бетона.

Впервые эта формула была предложена чешским ученым – Зденеком Базантом в [10] и развита во многих последующих работах, в том числе работы [9, 11, 12]. Но эта зависимость подходит лишь для конструкций, которые эксплуатируются при неизменяемом значении высокой температуры.

Но в некоторых случаях актуальным есть определение деформаций ползучести конструкции с учётом изменения температуры эксплуатации, например, учёт влияния технологических циклов на производстве, периодическое изменение температуры окружающей среды или изменение энтальпии массивных бетонных конструкций.

Для решения такой задачи предположим, что функция температуры ϕ_T изменяется во времени и отображается в виде кусочно-линейной зависимости, тогда обозначим её через $\phi_T(t)$. Далее представим функцию ползучести в виде:

$$J(T, t, t') = \frac{1}{E_0} + \frac{\Phi(T, t, t')}{E_0}, \quad (8)$$

где $\Phi(T, t, t')$ – это некоторая безразмерная функция, которая зависит от времени и температуры эксплуатации.

Продифференцируем функцию $\Phi(T, t, t')$ в некоторой точке $t = \tau$ и представим её в виде ряда:

$$\Phi(T, t, t') = \sum_{t=t'}^{\tau} \phi_T(t) \cdot f_W \cdot f(t'_e) \cdot \left(f^n(t) \right)'_t \cdot \Delta t, \quad (9)$$

где τ – возраст бетона в момент определения деформаций ползучести.

Используя данное выражение можно вычислить функцию ползучести в любой момент времени, учитывая историю изменения температуры эксплуатации конструкции (или для определения последствий экзотермии).

Для верификации выведенной формулы проведем сравнение функции ползучести, вычисленной аналитическим путём по формулам (8) (с учётом интегрирования продифференцированной функции $f^n(t)$ во времени) со значениями функции ползучести, полученными экспериментальным путём.

На сегодняшний день большинство приведенных эмпирические значений функций ползучести получены при воздействии только постоянно высоких (или повышенных) температур, результаты влияния изменения температуры эксплуатации конструкции во времени приведены лишь для очень малого промежутка времени. Поэтому для сравнения аналитических и эмпирических данных зададим функцию температуры в виде прямой:

$$\phi_T(t) = T = \text{const}. \quad (11)$$

Сравнение полученных аналитических решений с экспериментальными данными показаны на рисунке 1.

Опытные значения функций ползучести взяты из [11]. Параметры материала были заданы следующими:

$$- \frac{1}{E_0} = 0,668 \cdot 10^{-9} \text{ МПа (в оригинале } \frac{1}{E_0} = 0.097 \cdot 10^{-6} \text{ psi) ;}$$

На рисунке штриховыми линиями показаны результаты аналитических решений, а в точечном виде приведены экспериментальные данные.

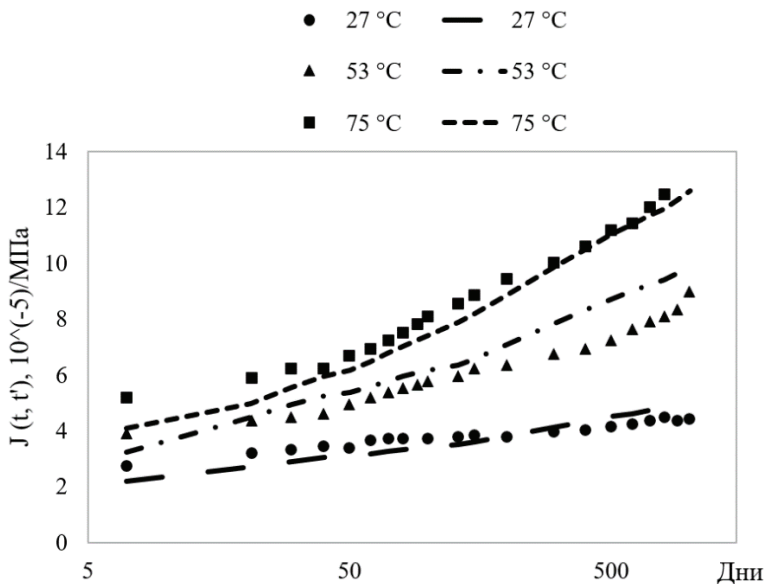


Рис. 1. Сравнение экспериментальных и аналитических значений функции ползучести с учетом воздействия высокой температуры

Выводы

Изучение напряженно-деформированного состояния, которое вызвано вынужденными деформациями, требует учета изменения во времени физико-механических свойств бетона и явления ползучести. Особенностью вынужденных деформаций есть то, что вызываемые ими напряжения, независимо от их величины, в результате проявления ползучести, обычно значительно увеличиваются во времени, даже в области линейной ползучести, в то время, как напряжения, вызванные действием внешней нагрузки в этой области практически не изменяются и действие ползучести сказывается лишь на перемещениях конструкции.

По результатам сравнения данных, полученных аналитическим путем с экспериментальными данными можно утверждать, рассмотренная функция ползучести подходит для определения полных деформаций конструкции при эксплуатации в условиях воздействия повышенных и высоких температур.

Список литературы

1. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменение температуры и влажности с учётом ползучести / Александровский С. В. – М.: Стройиздат, 1973. – 432 с.
2. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия (с учетом ползучести) ползучести / Александровский С.В. – М.: Стройиздат, 1966. – 443 с.
3. Арутюнян Н.Х. Некоторые вопросы теории ползучести / Арутюнян Н.Х. – М.: Гостехтеориздат, 1952. – 323 с.
4. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций / Работнов Ю. Н. – М.: Изд-во «Наука», 1966 – 752 с.
5. Тамразян А. Г. Механика ползучести бетона: монография / А. Г. Тамразян, С.Г. Есяян. – Москва: МГСУ, 2012. – 490 с.
6. ACI Manual of Concrete Practice: Part 1 – 1980. – U.S.A., American Concrete Institute, 1980. – 453 p. – (Manual).
7. Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete: ACI 209.2R-08. – U.S.A., American Concrete Institute, 2008. – 48 p. – (Guide for modeling and calculating).
8. Barani O. R. Concrete basic creep prediction based on time-temperature equivalence relation and short-time tests / O. R. Barani, D. Mostofinejaad, M.M. Saadatpour, M. Shekarchi // The Arabian Journal for Science and Engineering. – Vol. 35, № 2B. – 2010. – P. 105 – 121.
9. Bazant Z. P. Creep and Shrinkage in Concrete Structures / Z. P. Bazant, F. H. Wittmann. – Wiley, Chichester, 1982. – 363 p.
10. Bazant Z. P. Mathematical model for creep and thermal shrinkage of concrete at high temperature / Z. P. Bazant // Nuclear engineering and Design. – 1982. – P. 183 – 191.
11. Bazant Z. P. Practical prediction of time-dependent deformations of concrete / Z. P. Bazant, L. Panula // Materiaux et constructions. – Vol. 11, № 66 – 1978 – P. 425 – 434.
12. Bazant Z. P. Temperature effect on Concrete Creep Modeled by Microprestress-Solidification Theory / Zdenek Bazant, Gianluca Cusatis, Luigi Cedolin // Journal of engineering mechanics. – 2004. – P. 691 – 699.
13. Naus D. J. The effect of elevated temperature on concrete materials and structures – a literature review / D. J. Naus. – Oak Ridge National Laboratory, 2008. – 186 p.
14. Havlasek P. Modeling of Concrete Creep Based on Microprestress-solidification Theory / P. Havlasek, M. Jirasek // Acta Polytechnica. – 2012. – Vol. 52. – P. 34 – 42.
15. Willam K. Thermal response of reinforced concrete structures in nuclear power plants / Kaspar Willam, Yunping Xi, Keun Lee, Byunhun Kim. – College of engineering and applied science, 2009. – 210 p.

Розрахунок можливих екологічно-шкідливих викидів в атмосферу із резервуарів з залишками нафтопродуктів

Розглядається несприятливий екологічний вплив на довкілля викидів із резервуарів з залишками нафтопродуктів під час їх провітрювання перед проведенням ремонтних та інших видів робіт. Наведені розрахунки щодо екологічного впливу об'єктів на атмосферу.

Забруднення атмосферного повітря — одна із самих гострих екологічних проблем багатьох країни світу, отже атмосфера — середовище для розміщення газоподібних відходів виробництва. Процес самоочищення атмосфери, притаманний їй, нездатний подолати самостійно навантаження, що діяльність людей покладає на неї. Екологи б'ють на спалах. Вплив забрудненого повітря на здоров'я населення проявляється через скорочення середньої тривалості життя, збільшення кількості передчасних смертей, ріст захворюваності й негативний вплив на працездатність.

Проблемам безпеки об'єктів нафтогазового комплексу приділяється особлива увага на всіх рівнях законодавчої й виконавчої влади, при цьому одним з найактуальних питань залишається забезпечення захисту людей і територій від впливу небезпечних факторів, які можуть виникнути при надзвичайних ситуаціях на складах нафти та нафтопродуктів. Однієї із проблем, яку постійно потрібно вирішувати на об'єктах нафтогазового комплексу, є проведення безпечної перед ремонтної підготовки нафтових резервуарів.

Отже основна проблема полягає в мінімізації екологічно-шкідливих викидів в атмосферу із резервуарів з залишками нафтопродуктів.

Основним фактором екологічного впливу на навколишнє середовище вважають формування хмари забрудненого повітря.

У дослідженні наведено комплекс математичних розрахунків для різних видів екологічного впливу на атмосферу об'єктів, що розглядаються, що надають можливість оцінити межі розповсюдження екологічної кризової ситуації у навколишньому середовищі.

Аналітичну модель для опису просторового розподілу концентрації небезпечних для здоров'я людини та навколишнього природного середовища речовин як у нестационарному, так й у стаціонарному випадках розвитку можливих аварій, що пов'язані з викидом небезпечних речовин, можна розробити на основі загальної теорії механіки суцільних середовищ [1–9].

Припустимо, небезпечна забруднююча речовина (пари залишків нафтопродуктів) разом з повітрям створює двокомпонентну газову систему. Концентрація речовини, що забруднює атмосферу, визначається її щільністю

$\rho_3(\vec{r}, t)$ (кг/м³) в двокомпонентній системі. Сумарна щільність ρ_Σ такої

двокомпонентної системи дорівнює,

$$\rho_{\Sigma}(\vec{r}, t) = \rho_z(\vec{r}, t) + \rho_n(\vec{r}, t), \quad (1)$$

де ρ_n – щільність повітря.

Забруднення атмосфери у різних точках простору у різні моменти часу цілком задається функцією $\rho_z(\vec{r}, t)$. Наша задача отримати повну систему рівнянь, вирішуючи яку можна знайти $\rho_z(\vec{r}, t)$ при заданих початковому розподілі концентрації забруднюючої речовини $\rho_z(\vec{r}, t = 0)$ та граничних умовах.

У двокомпонентному газі забруднення рухається зі швидкістю $\vec{v}_z(\vec{r}, t)$, а повітря – зі швидкістю $\vec{v}_n(\vec{r}, t)$. Поряд зі швидкостями \vec{v}_z та \vec{v}_n введемо також конвективну (загальну) швидкість $\vec{V}_\kappa(\vec{r}, t)$ двокомпонентного газу рівністю

$$\rho_{\Sigma} \vec{V}_\kappa = \rho_z \vec{v}_z + \rho_n \vec{v}_n. \quad (2)$$

Якщо двокомпонентна суміш перебуває у спокої, то $\vec{V}_\kappa = 0$. Тоді згідно з (2) маємо

$$0 = \rho_z \vec{v}_{z,0} + \rho_n \vec{v}_{n,0}, \quad (3)$$

де $\vec{v}_{z,0}$ та $\vec{v}_{n,0}$ – відповідно швидкості руху забруднюючої речовини та повітря у двокомпонентній системі, яка у цілому перебуває у стані спокою, тому що $\vec{V}_\kappa = 0$.

Зміна концентрацій компонент у двокомпонентній системі, яка перебуває у стані спокою, як відомо, називається дифузією. Дифузія обумовлена зустрічним рухом компонент з відповідними швидкостями $\vec{v}_{z,0}$ та $\vec{v}_{n,0}$, які не дорівнюють нулю.

Явище дифузії забруднюючої речовини визначається вектором дифузії

$$\vec{i}_z = \rho_z \vec{v}_{z,0}, \quad (4)$$

який, згідно з (4), дає кількість забруднювача, що переноситься дифузією в одиницю часу крізь одиницю поверхні, перпендикулярну вектору $\vec{v}_{z,0}$.

Аналогічно вектор дифузії повітря у двокомпонентному газі

визначається рівністю

$$\vec{i}_n = \rho_n \vec{v}_{n.\partial} . \quad (5)$$

$$\text{Згідно (3), (4), (5) виконується рівняння} \quad \vec{i}_z = -\vec{i}_n . \quad (6)$$

Фізичною причиною дифузії є зустрічний тепловий рух молекул забруднювача та молекул повітря з середніми швидкостями $\vec{V}_{z.\partial}$ та $\vec{V}_{n.\partial}$.

Виділимо у швидкостях руху забруднювача \vec{v}_z та повітря \vec{v}_n конвективну швидкість руху двокомпонентного газу \vec{V}_κ та швидкості дифузійного руху рівностями,

$$\vec{v}_z = \vec{V}_\kappa + \vec{v}_{z.\partial} , \quad (7)$$

$$\vec{v}_n = \vec{V}_\kappa + \vec{v}_{n.\partial} . \quad (8)$$

Відзначимо, що при цьому визначенні підстановка (7) та (8) у праву частину рівності (2) з урахуванням (1) дає ліву частину рівності (2).

Перейдемо до отримання повної системи рівнянь, яка описує зміну концентрації забруднювача у просторі та часі. Почнемо з закону збереження маси забруднювача. З цією метою розглянемо деякий замкнений об'єм V , який обмежує замкнена поверхня f . Маса забруднювача в об'ємі V , очевидно, дорівнює

$$M_z = \int_V \rho_z(\vec{r}, t) d^3 r . \quad (9)$$

Зміна маси забруднювача у замкнутому об'ємі V в одиницю часу t дорівнює

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho_z d^3 r = - \oint_f \rho_z \vec{v}_z d\vec{f} + \int_V Q_z d^3 r . \quad (10)$$

Тут перший інтеграл по замкненій поверхні f у правій частині рівняння (10) дає зміну маси забруднювача в об'ємі V в одиницю часу за рахунок його

руху крізь замкнену поверхню f . Другий інтеграл у правій частині рівняння (10) дає зміну маси забруднювача в об'ємі V в одиницю часу за рахунок наявності у ньому джерел та викидів забруднювача, що задаються функцією Q_z .

Джерела зв'язані з зовнішніми викидами забруднювача в атмосферу та можуть бути описані функцією $Q_{дж}(\vec{r}, t)$. Функція $Q_{дж}(\vec{r}, t)$ задає масу забруднювача, яку викидають джерела за одиницю часу в одиницю об'єму атмосферного повітря, який містить точку \vec{r} .

Викиди, подібно джерелам, можна описати функцією $Q_{cm}(\vec{r}, t)$. Функція $Q_z(\vec{r}, t) = Q_{дж}(\vec{r}, t) + Q_{cm}(\vec{r}, t)$ (11)

Виходячи з теореми Остроградського-Гауса, інтеграл по поверхні, який міститься у правій частині рівняння (10), перетворюємо в інтеграл по об'єму.

Окрім цього вважаємо, що об'єм V не змінюється з часом. Це дозволяє диференціювати по часу підінтегральний вираз у лівій частині рівняння (10). Врешті-решт, отримуємо

$$\int_V \frac{\partial \rho_z}{\partial t} d^3r = - \int_V \operatorname{div} \rho_z \vec{v}_z d^3r + \int_V Q_z d^3r. \quad (12)$$

Враховуючи, що рівність (12) виконується для будь-якого об'єму V , одержимо

$$\frac{\partial \rho_z}{\partial t} = - \operatorname{div} \rho_z \vec{v}_z + Q_z \quad (13)$$

З урахуванням рівностей (4) та (7) запишемо рівність (13) у вигляді

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = - \operatorname{div} \rho_z \vec{V}_\kappa - \operatorname{div} \vec{i}_z + Q_z. \quad (14)$$

Закон збереження маси для повітря співпадає з (14) з точністю до позначення

$$\frac{\partial \rho_n}{\partial t} = - \operatorname{div} \rho_n \vec{V}_\kappa - \operatorname{div} \vec{i}_n + Q_n. \quad (15)$$

Рух двокомпонентного газу, як цілого, описується рівнянням Нав'є-Стокса

$$\rho_{\Sigma} \left\{ \frac{\partial \vec{V}_{\kappa}}{\partial t} + (\vec{V}_{\kappa} \nabla) \vec{V}_{\kappa} \right\} = -\nabla P + \eta \Delta \vec{V}_{\kappa} + \left(\xi + \frac{\eta}{3} \right) \nabla \operatorname{div} \vec{V}_{\kappa} + \vec{F}_{cm}$$

(16)

де η та ξ – відповідно коефіцієнти першої та другої в'язкості, які передбачаються заданими, P – тиск у двокомпонентному газі, а \vec{F}_{cm} – стороння сила, яка передбачається заданою (сторонньою силою може бути, наприклад, сила тяжіння).

Закон збереження енергії двокомпонентного газу записується у вигляді

$$\rho_{\Sigma} T \left\{ \frac{\partial S}{\partial t} + (\vec{V}_{\kappa} \nabla) S \right\} = \sigma_{ik} \frac{\partial V_{ki}}{\partial x_{\kappa}} - \operatorname{div} \vec{q} + \mu \operatorname{div} \vec{i}_3, \quad (17)$$

де T та S – відповідно температура та ентропія двокомпонентного газу.

Тензор в'язкості σ_{ik} , вектор потоку тепла \vec{q} та хімічний потенціал μ двокомпонентного газу передбачаються заданими.

Вираз для вектора дифузії \vec{i}_3 записується з простих феноменологічних міркувань. Будемо вважати, що в горизонтальній площині, яка співпадає з площиною x, y , якості атмосфери не залежать від напрямку, але відмінні у вертикальному напрямку, який співпадає з віссю z . Тоді компоненти вектору дифузії \vec{i}_3 можна записати у вигляді

$$i_{3x} = -D_{II} \rho_{\Sigma} \frac{\partial}{\partial x} \frac{\rho_3}{\rho_{\Sigma}} - K_T \frac{\partial T}{\partial x} - K_p \frac{\partial P}{\partial x}, \quad (18)$$

$$i_{3y} = -D_{II} \rho_{\Sigma} \frac{\partial}{\partial y} \frac{\rho_3}{\rho_{\Sigma}} - K_T \frac{\partial T}{\partial y} - K_p \frac{\partial P}{\partial y} \quad (19)$$

$$i_{3z} = -D_{\perp} \rho_{\Sigma} \frac{\partial}{\partial z} \frac{\rho_3}{\rho_{\Sigma}} - \chi_T \frac{\partial T}{\partial z} - \chi_P \frac{\partial P}{\partial z} . \quad (20)$$

Перші доданки у правих частинах рівностей (18) – (20) описують дифузію, що обумовлена залежністю ρ_3 від \vec{r} , другі – термодифузію, треті – бародифузію. Коефіцієнти

$D_{\parallel}, D_{\perp}, K_T, \chi_T, K_P, \chi_P$ передбачаються заданими. Коефіцієнти дифузії D_{\parallel} та D_{\perp} – позитивні, а коефіцієнти термодифузії K_T і χ_T та коефіцієнти бародифузії K_P і χ_P можуть бути як позитивні, так і негативні.

Аналогічно записується вектор дифузії \vec{i}_n . При цьому повинно виконуватись рівняння (6).

Система трьох скалярних рівнянь (14), (15), (17) та одного векторного рівняння (16) є повна система рівнянь відносно чотирьох функцій $\rho_3(\vec{r}, t)$, $\rho_n(\vec{r}, t)$, $P(\vec{r}, t)$, $\vec{V}_\kappa(\vec{r}, t)$.

При цьому ентропія S та температура T задаються рівняннями стану, згідно з якими $S = S(\rho_3, \rho_n, P)$ та $T = T(\rho_3, \rho_n, P)$. Рівняння стану визначаються якостями двокомпонентного газу, що розглядається, та передбачаються заданими.

При заданих початкових та граничних умовах рішення системи рівнянь (14) – (17) з урахуванням рівностей (18) – (20) дозволяє знайти концентрацію забруднювача $\rho_3(\vec{r}, t)$ у будь-якій точці простору та у будь-який момент часу. Зміна концентрації забруднювача в просторі та в часі згідно з системою рівнянь (14) – (17) та рівностей (18) – (20) визначається конвективним переносом забруднювача зі швидкістю \vec{V}_κ , а також дифузією, термодифузією та бародифузією.

Загальне рішення такої задачі у теперішній час отримати неможливо.

Розвиток сучасних комп'ютерних технологій дозволяє для кожного конкретного випадку одержати чисельне рішення для функції $\rho_3(\vec{r}, t)$. Між тим безумовні переваги мають аналітичні рішення задачі про розповсюдження забруднення, які можна отримати в умовах наявності низки припущень, що суттєво спрощують рівняння (14) – (20).

Таким чином аналітичні рішення не тільки дають точне рішення задачі при зробленій низці припущень. Крім того, вони дозволяють якісно описати розповсюдження забруднень у досить загальних випадках навіть тоді, коли зроблені припущення не реалізуються.

Список літератури

1. Матеріали впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря / за ред. С.С.Куруленка. – К.: ДЕІ Мінприроди України, 2007. – 216 с.

2. Экология города: Учебник. Под общ. ред. Ф.В.Стольберга –К.: Либра, 2000. – 464 с.
3. Захаренко О.В. Підвищення безпеки життєдіяльності об'єктів хімічної промисловості шляхом моделювання заходів по локалізації надзвичайних ситуацій / О.В. Захаренко, М.І. Адаменко, О.А. Клименко // Системи озброєння і військова техніка. – Наук. журнал. - № 2 (18). – Х.: Харків. ун-т Повітряних Сил, 2009. – С. 73-78.
4. Селіванов С.Є. Проблеми забезпечення екологічної безпеки функціонування потенційно небезпечних об'єктів / С.Є. Селіванов, М.І. Адаменко // Збірник наукових праць ХНУ ім. Каразіна. - Х., 2010. – С. 187-194.
5. Адаменко М.І. Зниження масштабів екологічного впливу аварій на потенційно небезпечних об'єктів шляхом їх своєчасного виявлення / М.І. Адаменко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Збірник наукових праць. – Вип. 4 (16). - К.: ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління», 2010. - С. 240-243.
6. Адаменко М.І. Дослідження меж екологічного впливу хімічно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище / М.І. Адаменко // Науковий вісник будівництва. – Вип. 35. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – С. 6-8.
7. Адаменко Н.И. Классификация чрезвычайных ситуаций по видам ресурсов, применяемых для их ликвидации / Н.И. Адаменко // Научовий вісник будівництва. – Вип.18 – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002. – С. 11-13.
8. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд - Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 448 с.
9. Берлянд М.Е. Атмосферная диффузия и загрязнение воздуха / М.Е. Берлянд - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 163 с.

Дослідження похідних лінійної комбінації B -сплайнів п'ятого порядку

Отримано похідні першого та другого порядку для поліноміальних сплайнів, близьких до інтерполяційних у середньому, на основі B -сплайнів п'ятого порядку, визначених на рівномірному розбитті вісі аргументу. Досліджено властивості отриманих похідних, подано теореми про норми та якості апроксимації.

Постановка проблеми

При фіксації аналогового сигналу має місце наступне. Нехай $\phi(t)$ – функція імпульсного відклику системи, що реєструє сигнал $p(t)$. Враховуючи технічні властивості систем реєстрації, результатом згортки сигналу та функції відклику буде значення, усереднене на інтервалі дискретизації:

$$(p * \phi)(ih) = \frac{1}{h} \int_{ih - \frac{h}{2}}^{ih + \frac{h}{2}} p(t) \phi(t - ih) dt = \bar{p}_i.$$

Тоді цифровий сигнал має наступне подання:

$$p_i = \bar{p}_i + \varepsilon_i, \quad i \in \mathbb{Z}, \quad (1)$$

де ε_i – випадкова вада.

В задачах обробки цифрових сигналів, що задані співвідношенням (1), в якості моделі $p(t)$ є потреба використовувати наближення з властивостями імпульсного не рекурсивного низькочастотного фільтру, наприклад, лінійні комбінації B -сплайнів, близькі до інтерполяційних у середньому [1; 5].

Відомо [2; 5], що будь-який B -сплайн порядку вище першого може бути використаний для визначення коротковіконного перетворення Фур'є. Актуальним є дослідження лінійних комбінацій B -сплайнів вищого порядку та їх похідних, що дозволить очікувати більш високі згладжувальні властивості при відносно низькій обчислювальній складності.

Для пошуку особливостей аналогового сигналу можна використовувати першу та другу похідні лінійних комбінацій B -сплайнів, відповідно, постає питання дослідження цих похідних. Так в роботах [3; 4] досліджено властивості похідних локальних поліноміальних сплайнів на основі B -сплайнів другого та третього порядків, в роботі [6] четвертого порядку. Тому актуальною є потреба отримання та дослідження похідних лінійних комбінацій B -сплайнів більш високого порядку, зокрема п'ятого, що обумовлено властивостями відповідних B -сплайнів [1].

Аналіз досліджень та постановка задачі

Задача відтворення гладких функцій на основі лінійних комбінацій B -сплайнів висвітлено у роботах І.Шоенберга, К.Де Бора, М.П.Корнійчука та ін.

Увагу поліноміальним сплайнам, визначеним на локальних носіях, близьким до інтерполяційних у середньому, приділено А.О.Лигуном, О.А.Шумейко, В.В.Кармазіною [2-4], П.О. Приставкою [5] та у авторських роботах [6].

Нехай з кроком $h > 0$ задано розбиття дійсної вісі $\Delta_h : t_i = ih$, $i \in Z$, у кожній точці якого отримано значення деякої неперервної функції $p(t) \in C^5$, визначеної на $\mathbb{R}_1(-\infty; \infty)$. Вважають, що інформація про функцію $p(t)$, яка підлягає відтворенню, задано у вузлах розбиття Δ_h у вигляді інтеграла

$$\bar{p}_i = \frac{1}{h} \int_{(i-0,5)h}^{(i+0,5)h} p(t) dt, \text{ при цьому, істинне значення функції } p(t) \text{ у вузлах}$$

визначається аналогічно виразу (1). Для апроксимації функції $p(t)$ за значеннями типу (1) у вузлах розбиття Δ_h , вводяться такий поліноміальний сплайн на основі B -сплайну, що є близькими до інтерполяційного у середньому [5]:

$$\begin{aligned} S_{5,0}(p, t) = & \frac{1}{3840}(-p_{i-2} + 5p_{i-1} - 10p_i + 10p_{i+1} - 5p_{i+2} + p_{i+3})x^5 + \\ & + \frac{1}{768}(p_{i-2} - 3p_{i-1} + 2p_i + 2p_{i+1} - 3p_{i+2} + p_{i+3})x^4 + \\ & + \frac{1}{384}(-p_{i-2} - 3p_{i-1} + 14p_i - 14p_{i+1} + 3p_{i+2} + p_{i+3})x^3 + \\ & + \frac{1}{384}(p_{i-2} + 21p_{i-1} - 22p_i - 22p_{i+1} + 21p_{i+2} + p_{i+3})x^2 + \\ & + \frac{1}{768}(-p_{i-2} - 75p_{i-1} - 154p_i + 154p_{i+1} + 75p_{i+2} + p_{i+3})x + \\ & + \frac{1}{3840}(p_{i-2} + 237p_{i-1} + 1682p_i + 1682p_{i+1} + 237p_{i+2} + p_{i+3}). \end{aligned} \quad (2)$$

Нехай у вузлах розбиття Δ_h для значень деякої гладкої неперервної функції $p(t)$ виконується умова (1). Тоді для сплайну (2) має місце наступна рівність $S_{5,0}(p, t) = S_{5,0}(\bar{p}, t) + S_{5,0}(\varepsilon, t)$, оцінка якості відтворення функції $p(t)$ зводиться до оцінки відхилення

$$|p(t) - S_{5,0}(p, t)| = |p(t) - S_{5,0}(\bar{p}, t) - S_{5,0}(\varepsilon, t)|,$$

або для $|\varepsilon_i| < \varepsilon$, $i \in Z$, до оцінки нерівності

$$|p(t) - S_{5,0}(p, t)| \leq |p(t) - S_{5,0}(\bar{p}, t)| + \varepsilon \|S_{5,0}\|, \quad (3)$$

де

$$\|S_{5,0}\| = \sup_{|\varepsilon_i|} \max_t |S_{5,0}(\varepsilon, t)|, \quad (4)$$

норма сплайн-оператора $S_{5,0}(p, t)$.

Поставимо за мету даної роботи отримати явний вигляд похідних сплайну $S_{5,0}(p, t)$, та знаходження норм і якості апроксимації для даних похідних.

Виклад основного матеріалу

Отримаємо явний вигляд 1-ї та 2-ї похідної для сплайну $S_{5,0}(p, t)$.

$$\begin{aligned} S'_{5,0}(p, t) = & \frac{1}{768}(-p_{i-2} + 5p_{i-1} - 10p_i + 10p_{i+1} - 5p_{i+2} + p_{i+3})x^4 + \\ & + \frac{1}{192}(p_{i-2} - 3p_{i-1} + 2p_i + 2p_{i+1} - 3p_{i+2} + p_{i+3})x^3 + \\ & + \frac{1}{128}(-p_{i-2} - 3p_{i-1} + 14p_i - 14p_{i+1} + 3p_{i+2} + p_{i+3})x^2 + \\ & + \frac{1}{192}(p_{i-2} + 21p_{i-1} - 22p_i - 22p_{i+1} + 21p_{i+2} + p_{i+3})x + \\ & + \frac{1}{768}(-p_{i-2} - 75p_{i-1} - 154p_i + 154p_{i+1} + 75p_{i+2} + p_{i+3}), \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} S''_{5,0}(p, t) = & \frac{1}{192}(-p_{i-2} + 5p_{i-1} - 10p_i + 10p_{i+1} - 5p_{i+2} + p_{i+3})x^3 + \\ & + \frac{1}{64}(p_{i-2} - 3p_{i-1} + 2p_i + 2p_{i+1} - 3p_{i+2} + p_{i+3})x^2 + \\ & + \frac{1}{64}(-p_{i-2} - 3p_{i-1} + 14p_i - 14p_{i+1} + 3p_{i+2} + p_{i+3})x + \\ & + \frac{1}{192}(p_{i-2} + 21p_{i-1} - 22p_i - 22p_{i+1} + 21p_{i+2} + p_{i+3}). \end{aligned} \quad (6)$$

Подальша задача оцінки якості відтворення $p(t)$ складається з двох етапів: знаходження норм (4) похідних сплайн-оператору (5) - (6), і задача визначення якості апроксимації (3).

Проведемо оцінку норм сплайнів (5) – (6) по антології з викладеним в [6] у формі (4).

Теорема 1. Для сплайнів $S'_{5,0}(p, t)$, $S''_{5,0}(p, t)$ є вірним:

$$\|S'_{5,0}(p, t)\|_C = \frac{115}{192}\|p(t)\|_C, \quad \|S''_{5,0}(p, t)\|_C = \frac{1}{2}\|p(t)\|_C.$$

Теорема 2. Якщо $p(t) \in C^5$, то при $h \rightarrow 0$ рівномірно по t має місце асимптотична рівність

$$\begin{aligned} p'(t) - S'_{5,0}(\bar{p}, t) = & -\frac{7p'''(t)h^2}{24} - \frac{77p^{(5)}(t)h^4}{1920} - \frac{7p^{(4)}(t)h^2\tau}{24} - \frac{7p^{(5)}(t)h^2\tau^2}{48} + o(h^4), \\ p''(t) - S''_{5,0}(\bar{p}, t) = & -\frac{7}{24}p^{(4)}(t)h^2 - \frac{7}{24}p^{(5)}(t)h^2\tau + o(h^3). \end{aligned}$$

Наслідок 1. Для сплайнів $S'_{5,0}(p,t)$, $S''_{5,0}(p,t)$ є вірним

$$\|p'(t) - S'_{5,0}(\bar{p}, t)\|_C \leq \frac{7h^2}{24} \|p'''(t)\|_C + \frac{115}{192} \varepsilon \|p(t)\|_C + o(h^4),$$

$$\|p''(t) - S''_{5,0}(\bar{p}, t)\|_C \leq \frac{7h^2}{24} \|p^{(4)}(t)\|_C + \frac{1}{2} \varepsilon \|p(t)\|_C + o(h^3).$$

Наведемо приклад реалізації першої та другої похідних сплайну $S_{5,0}(p,t)$.

На графіку (рис.1 (а)) точками відмічено відліки сигналу та подано реалізацію згладжування сплайном $S_{5,0}(p,t)$, похідні $S'_{5,0}(p,t)$, $S''_{5,0}(p,t)$ відображено на рис.1 (б) та (в), відповідно. Пунктиром (вертикальні стовпці на рис.1.(б,в)) відмічено окіл особливих точок сигналу. Як видно з графіків в особливих точках сигналу яким відповідають нулі похідної $S'_{5,0}(p,t)$, можна побачити мінімум або максимум сплайну $S_{5,0}(p,t)$, причому за мінімум відповідає додатньо визначена функція другої похідної $S''_{5,0}(p,t)$ з рис.1 (в), а за максимум – від'ємно визначена функція.

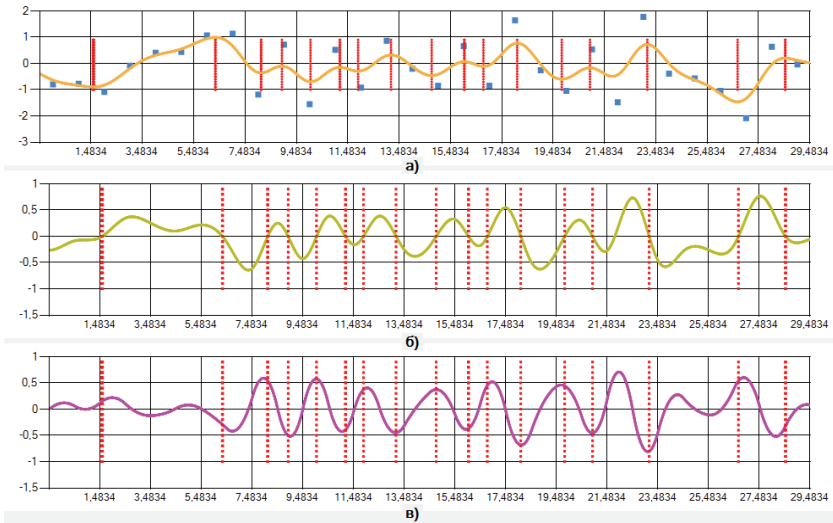


Рис. 1. Реалізація аналогового сигналу та згладжування його за допомогою сплайнів: а) відліки сигналу та сплайн $S_{5,0}(p,t)$; б) сплайн $S'_{5,0}(p,t)$; в) сплайн $S''_{5,0}(p,t)$.

Висновки

В роботі отримано явний вигляд похідних поліноміального сплайну $S_{5,0}(p,t)$. Подано та доведено теореми про норми та оцінки якості апроксимації функції зазначеними сплайнами, наведено приклад їх застосування для визначення особливих точок випадкового сигналу. Подальші дослідження можуть полягати в дослідженні похідних поліноміальних сплайнів більш високого порядку задля реалізації їх в задачах обробки цифрових сигналів та узагальненні теоретичних результатів досліджень на двовимірних та багатовимірний випадків.

Список літератури

1. Приставка П.О. Лінійні комбінації B -сплайнів, близькі до інтерполяційних у середньому, в задачі моделювання аналогових сигналів / Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. - Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту.- 2011. -Т.15. –С.4-17.
2. Лигун А.А., Шумейко А.А. Асимптотические методы восстановления кривых. . –К.: ІМ НАН України, 1996. - 358 с.
3. Лигун А.А., Кармазина В.В. О восстановлении эмпирической функции плотности распределения с помощью гистосплайнов второго порядка/ Днепродзержинский индустр. ин-т. – Днепродзержинск: 1989.-30 с.-Деп. в УкрНИИИНТИ 8.06.89, N1559- Ук89.
4. Лигун А.А., Кармазина В.В. Восстановление функций плотности распределения и их производных с помощью кубических гистосплайнов/ Днепродзержинский индустр. ин-т. – Днепродзержинск: 1989. –38 с. –Деп. в УкрНИИИНТИ 13.11.89, N2569– Ук89.
5. Приставка П.О. Поліноміальні сплайни при обробці даних. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 236 с
6. Приставка П.О. Дослідження похідних лінійної комбінації B -сплайнів четвертого порядку./П.О. Приставка, О.Г.Чолишкіна, Б.І.Мартюк// Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. зб. наук пр. - Дніпро. – 2016. – Т. 20 – с. 65 – 77.

**Пошук об'єктів за допомогою детекторів особливих точок на основі
сплайн-моделі зображення**

Подано приклади детекторів на основі сплайн-моделі зображення. Викладено метод пошуку об'єкта-цілі на основі заданого еталону, наведено приклад практичного застосування методу.

Вступ

Визначення локальних особливостей цифрових зображень (ЦЗ) є невід'ємною частиною процедур для обчислення і розпізнавання об'єктів, фотограмметрії, відстеження цілей на цифровому відео, і багато іншого. Зокрема пошук еталонного зображення (ЕЗ) на тестовому зображенні (ТЗ) використовується в сучасних технологіях військового та цивільного напрямку. Під поняттям «еталонне зображення» - будемо розуміти фрагмент ЦЗ, який підлягає пошуку на інших зображеннях, а поняттям «тестове зображення» - ЦЗ яке може містити шуканий об'єкт.

Поставимо за мету пошук еталонного зображення на тестовому. Реалізуємо пошук за допомогою детекторів кривизни кривої рівня масштабування, магнітуди Градієнта, Лапласіана та детермінанту Гессіана [1].

Нехай задано деякий безрозмірний растр, кожному пікселю якого поставлено у відповідність двійка індексів $\{(i, j)\}_{i, j \in \mathbb{Z}}$, що визначають його місцеположення. Надалі будемо обробляти цифрове зображення в градаціях сірого, формуємо масив $\{p_{i,j}\}_{i,j \in \mathbb{Z}}$:

$$p_{i,j} = 0,2125 \cdot pR_{i,j} + 0,7154 \cdot pG_{i,j} + 0,0721 \cdot pB_{i,j},$$

де pR , pG , pB - червона, зелена та синя кольорові складові растру. Для обробки зображення будемо використовувати модель ЦЗ, що описується лінійною комбінацією B-сплайнів близьких до інтерполяційних в середньому. Для реалізації автоматизованого пошуку об'єктів на ЦЗ, інваріантного до обертань, освітлення та зміни масштабу, розглянемо викладену нижче модифікацію методу SIFT. Метод який пропонується базується на тому, що визначаються набори особливих точок та дескрипторів для ЕЗ, та ТЗ. Особливі точки та дескриптори ТЗ порівнюються з ЕЗ.

**Диференціальні інваріанти відносно локальних обертань на
основі функції Гауса**

Розглянемо модель ЦЗ, де в якості імпульсного виклику використовується функція Гауса:

$$L(t, q, g) = \int_{(\xi, \eta)} p(\xi, \eta) G(t - \xi, q - \eta, g) d\xi d\eta, \quad (1)$$

де

$$G(t, q, g) = \frac{1}{2\pi g} \exp \left\{ -\left(t^2 + q^2 \right) / (2g) \right\}. \quad (2)$$

Функції (1) $L(t, q, g)$ представляють ту ж інформацію, що й вихідне зображення $p(t, q): R^2 \rightarrow R$, але не різних рівнях масштабу $g = \sigma^2$. Для обчислення похідних Гаусовської функції використовують формулу:

$$L_{t^\alpha q^\beta}(t, q, g) = \frac{\partial^{\alpha+\beta} L(t, q, g)}{\partial t^\alpha \partial q^\beta} = \left(\frac{\partial^{\alpha+\beta} G(t, q, g)}{\partial t^\alpha \partial q^\beta} \right) * p(t, q). \quad (3)$$

З п'яти похідних $(L_t, L_q, L_{tt}, L_{tq}, L_{qq})$ можуть бути сконструйовані чотири диференціальних інваріанти відносно локальних обертань – магнітуда градієнта $|\nabla L|$, лапласіан $\nabla^2 L$, детермінант Гессіана $\det H$ і кривизна кривої масштабування \tilde{k} :

$$\begin{aligned} |\nabla L| &= L_t^2 + L_q^2, & \nabla^2 L &= L_{tt} + L_{qq}, \\ \det H &= L_{tt} L_{qq} - L_{tq}^2, & \tilde{k} &= L_t^2 L_{qq} + L_q^2 L_{tt} - 2 L_t L_q L_{tq}. \end{aligned} \quad (4)$$

Детектор єдиного масштабу для знаходження структур типу капель, який реагує на яскраві і темні структури, схожі на краплі, може базуватися на мінімумі і максимумі лапласіана $\nabla^2 L$. Афінно-коваріантний детектор структур типу крапель, який також реагує на сідла, може бути представлений як максимум і мінімум детермінанта Гессіана $\det H$. Прямолінійний і афінно-коваріантний детектор кутів може бути представлений як максимум і мінімум кривої рівня масштабування \tilde{k} .

Пошук особливих точок та їх дескрипторів [2].

Для знаходження похідних $(L_t, L_q, L_{tt}, L_{tq}, L_{qq})$ на основі B -сплайн моделі скористуємося співвідношенням:

$$L_l = \sum_{ii=i-1}^{i+1} \sum_{jj=j-1}^{j+1} \gamma'_{l, ii-i, jj-j} \cdot p_{ii, jj}, \quad (5)$$

де

$$\begin{aligned} l &= \{t, q, t^2, q^2, tq\}, \\ \gamma_t &= \frac{1}{12} \begin{pmatrix} -1 & -4 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \end{pmatrix}, & \gamma_q &= \frac{1}{12} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -4 & 0 & 4 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \\ \gamma_{t^2} &= \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 1 & 4 & 1 \\ -2 & -8 & -2 \\ 1 & 4 & 1 \end{pmatrix}, & \gamma_{q^2} &= \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 4 & -8 & 4 \\ 1 & -2 & 1 \end{pmatrix}, & \gamma_{tq} &= \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (6)$$

Далі з (5) та (6) знаходимо похідні, знаходимо особливі точки ЕЗ та ТЗ $\{(i_pos_l, j_pos_l); l = \overline{1, N}\}$, N - кількість особливих точок ЕЗ, $\{(i_pos_k, j_pos_k); k = \overline{1, M}\}$, $N \ll M$, M - кількість особливих точок ТЗ. Усі подальші обрахунки відбуваються з сильно згладженими ЦЗ, для цього до ЕЗ та ЦЗ застосовують наступну маску фільтру:

$$pL_{i, j} = \sum_{ii=i-3}^{i+3} \sum_{jj=j-3}^{j+3} \gamma_{6 \ ii-i, jj-j} p_{ii, jj}, \quad (7)$$

де

$$\gamma_6 = \frac{1}{21233664} \begin{pmatrix} 0,01 & 7,22 & 105,43 & 235,48 & \dots \\ 7,22 & 5212,84 & 76120,46 & 170016,56 & \dots \\ 105,43 & 76120,46 & 1111548,49 & 2482665,64 & \dots \\ 235,48 & 170016,56 & 2482665,64 & 5545083,04 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Далі для кожної особливої точки формують її «паспорт», тобто знаходять магнітуду градієнту та орієнтацію для околу особливої точки. Магнітуда градієнта:

$$m(i, j) = \sqrt{L_t^2(i, j) + L_q^2(i, j)}, \quad (9)$$

орієнтація у вигляді кута вектора краю в особливій точці:

$$\theta(i, j) = \arctg\left(\frac{L_q(i, j)}{L_t(i, j)}\right). \quad (10)$$

Отримані значення магнітуди та орієнтації необхідно зважити маскою (8), після чого отримуємо кортеж:

$$\left\{ (m_l(i, j), \theta_l(i, j); i = \overline{-3, 3}, j = \overline{-3, 3}); l = \overline{1, N} \right\}. \quad (11)$$

Розпізнавання об'єктів на основі особливих точок

Маємо: $A = \{a_l, l = \overline{1, N}\}$ – набір особливих точок еталонного зображення, $B = \{b_k, k = \overline{1, M}\}$ – набір особливих точок тестового зображення, де a_l та b_k визначаються за формулою (11):

$$a_l = \left(m^{A(l)}(i, j), \theta^{A(l)}(i, j) \right), \quad b_k = \left(m^{B(k)}(i, j), \theta^{B(k)}(i, j) \right).$$

Знаходимо відстань між дескрипторами за формулою:

$$d_{lk} = \sqrt{d_{lk}^m + d_{lk}^\theta},$$

де

$$d_{lk}^m = \sum_{i=-3}^3 \sum_{j=-3}^3 \left(m^{A(l)}(i, j) - m^{B(k)}(i, j) \right)^2, \quad d_{lk}^\theta = \sum_{i=-3}^3 \sum_{j=-3}^3 \left(\theta^{A(l)}(i, j) - \theta^{B(k)}(i, j) \right)^2.$$

Далі, для кожної l -ої точки еталонного зображення найближчу k -у точку тестового з знаходимо з умови:

$$d_l^{\min} = \min_k \{d_{lk}\}. \quad (12)$$

Із формули (12) отримуємо масив точок:

$$\left\{ (i_pos_k, j_pos_k) \mid k: d_l^{\min} = \min_k \{d_{lk}\}, |k| = N \right\}. \quad (13)$$

Завжди існує ймовірність, що отримані точки (13) можуть як належати зображенню шуканого об'єкту на тестовому зображенні, так і бути просто

випадково схожими на такі особливі точки. Якщо оцінити двовимірну щільність розподілу точок (13) на тестовому зображенні, то їх компактне розташування і буде визначати положення шуканого об'єкту. Іншими словами, мова йде про пошук областей, де така оцінка щільності буде мати локальні максимуми, або один глобальний максимум, якщо об'єкт пошуку лише один на тестовому зображенні. Також можливо обмежитись побудовою та аналізом гістограми відносних частот для локалізації прямокутних областей ймовірного розташування шуканого об'єкту. Реалізація такого підходу детально описана в авторській роботі [2].

Аналіз обчислювальної складності детекторів

Застосування поданих в роботі детекторів на основі сплайн-моделі (5) є доцільним, оскільки як видно з (5)-(6) всі операції мають лінійний характер, тобто обчислювальна складність алгоритму знаходження особливих точок при використанні детекторів (4) буде $O(h * w)$, де h і w розміри зображення, в порівнянні з використанням моделі (1) яка містить експоненціальну складність в ядрі (2).

Практичне застосування.

Подамо приклад дослідження якості викладеного методу на даних аерофотозйомки з камери безпілотної літальної апарату, що проводилась у зоні АТО [3].



Рис. 1 Ворожий танк.



Рис. 2 Ворожий танк біля каменя.



Рис. 2 Ворожий танк на дорозі.

На зображеннях наведено ЕЗ ворожого танку (Рис.1) та ТЗ (Рис.2-3). Відзначимо, що за використанням детекторів на основі кривизни рівня, магнітуди градієнту, детермінанта Гессіана та Лапласіана [4] цільовий об'єкт було однозначно виявлено на тестових кадрах. В таблиці (табл.1) наведено показники роботи детекторів за кількістю виділених особливих точок.

Аналізуючи наведені в таблиці результати можна зазначити, що всі детектори дають майже однакову кількість точок, що співпали, з невеликою перевагою детектора на основі кривизни рівня.

Табл.1

Порівняння кількості співпадань особливих точок ЕЗ для дескрипторів

Дескриптор	Кількість особливих точок на Рис.1	Кількість особливих точок на Рис.2	Кількість співпадань для Рис. 2	Кількість особливих точок на Рис.3	Кількість співпадань для Рис. 3
Кривизна кривої рівня масштабування	86	8044	25	812	10
Магнітуда Градієнта	54	6059	19	1787	7
Лапласіан	66	6695	17	1716	8
Детермінант Гессіана	77	15347	21	6461	7

Висновки

В результаті авторських досліджень отримано новий метод пошуку цільових об'єктів за заданим еталоном на цифрових зображеннях на основі введених детекторів особливих оточок, що можна отримати виходячи зі сплайн-моделі. Проведені практичні дослідження на реальних даних пвдтверджують адекватність запропонованих лінійних операторів виявлення об'єктів пошуку та дозволяють рекомендувати їх при реалізації в рограмному забезпеченні обробки відео з камер цільового призначення безпілотних повітряних суден.

Список літератури

- [1] Lowe D. G. Object recognition from local scale-invariant features / Proceedings of the International Conference on Computer Vision. Corfu, Greece. 1999. P. 1150—1157.
- [2] Приставка П.О. Пошук особливих точок цифрового зображення та розпізнавання об'єктів на основі сплайн-моделі/ П.О. Приставка// Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. зб. наук пр. - Дніпро. – 2016. – Т. 20 – с. 52 – 64.
- [3] Юрій Касьянов – YouTube [електронний ресурс] // https://www.youtube.com/channel/UCTG6kc99C4U6GNE7h_apwA
- [4] Приставка П.О. Визначення особливостей зображень на основі комбінацій В-сплайнів другого порядку, близьких до інтерполяційних у середньому // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій, т. 19, 2015, с. 67-77.

Визначення кількості викликів циклічної системи обслуговування

У статті розглядається одноканальна циклічна система обслуговування. У цій системі виклик тримає обслуговування або у момент свого надходження або через деякий циклічний час. У роботі виведено аналітичні формули для кількості викликів розглядуваної системи. Надано можливі варіанти застосування цієї моделі до реальних систем.

Вступ.

Розповсюдженню та широкому застосуванню систем обслуговування (СО) з поверненнями викликів [1] сприяла необхідність адекватного математичного моделювання реальних систем. Такі СО дозволяють врахувати повернення викликів до системи у випадку неможливості їх обслуговування у момент початкового надходження. СО із поверненнями викликів можна охарактеризувати такою поведінкою. Якщо у момент надходження виклику у системі відсутні вільні канали обслуговування та, за наявності, місця для очікування, то виклик не втрачається, а через певний випадковий проміжок часу (цикл) знову намагається отримати обслуговування. Тоді кажуть, що виклик пішов на орбіту – віртуальне середовище накопичення повторних вимог. Виклики, що надходять до системи вперше, називають первинними. Таким чином, системи з повторними викликами враховують залежність потоку повернень від первинного потоку вимог. Наявність повторних спроб обслужитись є невід’ємною рисою таких систем, ігнорування цього ефекту може призвести до значних похибок під час прийняття інженерних рішень [2].

СО також можуть враховувати дисципліну обслуговування (випадкове, у порядку черги, у порядку стека тощо), що може ускладнити аналіз.

Розглянемо систему із циклічним обслуговуванням [3], яка відрізняється від звичайних систем черг із поверненнями тим, що якщо на орбіті наявний виклик, то він отримає обслуговування раніше за виклик із первинного потоку. Виклики з орбіти обслуговуються після деякого часу, кратного певному заданому циклу T .

Циклічні системи з’явилися через дослідження процесу посадки літаків [4-5]. Літак сідає на посадку за певною траєкторією. Якщо злітно-посадова смуга вільна, то літак одразу ж починає процес посадки. Якщо ж умови безпеки посадки літак не виконуються або є інший літак, який вже очікує на дозвіл на посадку (на колі), тоді літак відправляють на коло (розміщують у чергу на посадку). На колі літак очікує на дозвіл на посадку, після отримання якої він повинен долетіти до визначеної геометричної точки кола і лише звідти розпочати посадку. Час із моменту отримання дозволу до досягнення літаком певної геометричної позиції можна назвати часом простоювання, оскільки система готова прийняти літак, однак посадка можлива лише після виконання певної умови. Тому процес посадки літака можна описати циклічною системою

обслуговування.

Аналітична модель.

Розглянемо одноканальну систему обслуговування з поверненнями з експоненціально розподіленими інтервалами між надходженнями викликів та часом обслуговування з параметрами λ та μ відповідно (рис. 1). Якщо канал обслуговування (КО) вільний, то виклик отримає обслуговування негайно. В інакшому випадку його розміщують у віртуальну чергу, з якої він намагається отримати обслуговування через інтервал часу T .

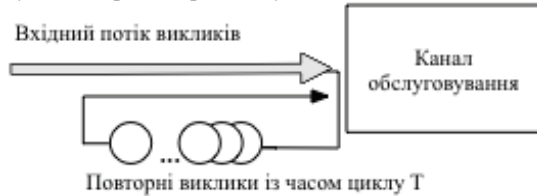


Рис. 1. Структура циклічної системи обслуговування

- Для виведення формули для кількості викликів у системі скористаємося результатами [3]. Позначимо t_n , $n \geq 0$ моментом початку обслуговування n -го виклику. Введемо вкладений ланцюг Маркова, стани якого визначаються кількістю викликів у системі у моменти $(t_n - 0)$. Тоді елементи матриці перехідних ймовірностей визначаються твірними функціями

$$A(z) = \sum_{i=0}^{\infty} a_i z^i = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda z}{\lambda + \mu} \frac{(1 - e^{-\mu T}) e^{-\lambda(1-z)T}}{1 - e^{-[\lambda(1-z) + \mu]T}}, \quad (1)$$

$$B(z) = \sum_{i=0}^{\infty} b_i z^i = \frac{1}{(1 - e^{-\lambda T}) [1 - e^{-[\lambda(1-z) + \mu]T}]}. \\ \left\{ \frac{1}{2-z} \left(1 - e^{-\lambda(2-z)T} \right) \left(1 - e^{-[\lambda(1-z) + \mu]T} \right) - \right. \\ \left. - \frac{\lambda}{\lambda(2-z) + \mu} \left(1 - e^{-[\lambda(2-z) + \mu]T} \right) \left(1 - e^{-\lambda(1-z)T} \right) \right\}. \quad (2)$$

- Нехай p_i , $i = 0, 1, \dots$ ергодичні ймовірності ланцюга. Тоді твірна функція кількості викликів

$$P(z) = \sum_{i=0}^{\infty} p_i z^i = p_0 \frac{(\lambda z + \mu) B(z) - (\lambda + \mu) z A(z)}{\mu [B(z) - z]}, \quad (3)$$

- де $A(z)$ і $B(z)$ визначені у (1) і (2), а

$$p_0 = 1 - \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \frac{1 - e^{-(\lambda + \mu)T}}{e^{-\lambda T} (1 - e^{-\mu T})}. \quad (4)$$

Тоді умова ергодичності

$$\frac{\lambda}{\mu} \frac{1 - e^{-\lambda T}}{e^{-\lambda T} (1 - e^{-\mu T})} < 1. \quad (5)$$

Аналітичні формули для кількості викликів.

4. Виведемо формулу для середньої кількості вимог у системи, тобто $P'(1)$. Позначимо

$$g = \frac{p_0}{\mu},$$

$$N(z) = B(z) - z,$$

$$S(z) = \lambda z B(z) + \mu B(z) - \lambda z A(z) - \mu z A(z),$$

тоді (3)

$$P(z) = g \frac{S(z)}{N(z)}.$$

5. При $z = 1$

$$N(1) = 1 - 1 = 0,$$

$$S(1) = \lambda + \mu - \lambda - \mu = 0.$$

6. Тоді $P'(z)$:

$$P'(z) = \left(\frac{S(z)}{N(z)} \right)' = \frac{S'(z)N(z) - S(z)N'(z)}{N^2(z)}. \quad (6)$$

Після деяких обчислень (6) перетвориться на

$$P'(1) = \frac{S''(1)N'(1) - S'(1)N''(1)}{2[N'(1)]^2}. \quad (7)$$

Невідомі похідні у (7):

$$N'(z) = B'(z) - 1, \quad (8)$$

$$N''(z) = B''(z), \quad (9)$$

$$S'(z) = \lambda B(z) + \lambda z B'(z) + \mu B'(z) - \lambda A(z) - \lambda z A'(z) - \mu A(z) - \mu z A'(z), \quad (10)$$

$$S''(z) = \lambda B'(z) + \lambda B'(z) + \lambda z B''(z) + \mu B''(z) - \lambda A'(z) - \lambda A'(z) - \lambda z A''(z) - \mu A'(z) - \mu A'(z) - \mu z A''(z). \quad (11)$$

При $z = 1$ the (8) – (11)

$$N'(1) = B'(1) - 1, \quad (12)$$

$$N''(1) = B''(1), \quad (13)$$

$$S'(1) = B'(1)(\lambda + \mu) - A'(1)(\lambda + \mu) - \mu, \quad (14)$$

$$S''(1) = 2\lambda B'(1) + \lambda B''(1) + \mu B''(1) - 2\lambda A'(1) - \lambda A''(1) - 2\mu A''(1) = \\ = 2\lambda B'(1) + B''(1)(\lambda + \mu) - 2(\lambda + \mu)A'(1) - (\lambda + \mu)A''(1). \quad (15)$$

After some computations the derivatives for $A(z)$ and $B(z)$ that are part of the

(15) – (18) can be written as

$$A'(1) = \frac{\lambda(1 - e^{-\mu T} + \lambda T)}{(\lambda + \mu)(1 - e^{-\mu T})}, \quad (16)$$

$$A''(1) = \frac{\lambda^2 T(2 - 2e^{-\mu T} + \lambda T + \lambda T e^{-\mu T})}{(\lambda + \mu)(1 - e^{-\mu T})^2}, \quad (17)$$

$$B'(1) = \frac{1}{(\lambda + \mu)(1 - e^{-\lambda T})(1 - e^{-\mu T})} \left(\lambda + \mu + \lambda^2 T + \lambda \mu T e^{-(\lambda + \mu)T} - (\lambda + \mu)(e^{-\lambda T} + e^{-\mu T}) + \right. \\ \left. + (\lambda + \mu)e^{-(\lambda + \mu)T} - (\lambda + \mu)\lambda T e^{-\lambda T} \right), \quad (18)$$

$$B''(1) = \frac{2\lambda^2 T^2 e^{-2\mu T}}{(1 - e^{-\mu T})^2} + \frac{2\lambda T e^{-\mu T}}{(1 - e^{-\lambda T})(1 - e^{-\mu T})^2} \left((1 - e^{-\lambda T})(1 - e^{-\mu T}) - \right. \\ \left. - \lambda T e^{-\lambda T}(1 - e^{-\mu T}) - \lambda T e^{-\mu T}(1 - e^{-\lambda T}) + \frac{\lambda^2 T(1 - e^{-(\lambda + \mu)T})}{\lambda + \mu} \right) + \\ + \frac{\lambda^2 T^2 e^{-\mu T}}{1 - e^{-\mu T}} + \frac{1}{(1 - e^{-\lambda T})(1 - e^{-\mu T})} \left(2(1 - e^{-\lambda T})(1 - e^{-\mu T}) - \right. \\ \left. - 2\lambda T e^{-\lambda T}(1 - e^{-\mu T}) - 2\lambda T e^{-\mu T}(1 - e^{-\lambda T}) - \lambda^2 T^2 e^{\lambda T}(1 - e^{-\mu T}) + \right. \\ \left. + 2\lambda^2 T^2 e^{-(\lambda + \mu)T} - \lambda^2 T^2 e^{-\mu T}(1 - e^{-\lambda T}) + \frac{2\lambda^3 T(1 - e^{-(\lambda + \mu)T})}{(\lambda + \mu)^2} - \right. \\ \left. - \frac{2\lambda^3 T^2 e^{-(\lambda + \mu)T}}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda^3 T^2(1 - e^{-(\lambda + \mu)T})}{\lambda + \mu} \right). \quad (19)$$

Формули (8) – (19) повністю визначають вираз (7).

References

1. Artalejo J.R., Gómez-Corral A. Retrial Queueing Systems: A Computational Approach. Berlin: Springer-Verlag, 2008. 318 p.
2. Aguir M.S., Aksin O. Z., Karaesmen F., Dallery Y. On the Interaction Between Retrials and Sizing of Call Centers. *European Journal of Operational Research*. 2008. V. 191, No. 2. P. 398–408.
3. Lakatos, L. Cyclic-waiting systems. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2010. 46(3). P. 477–484.
4. Серебрякова С. В. Застосування циклічних систем обслуговування. *Доповіді Національної академії наук України*. 2016. № 3. С. 32–37.
5. Koba, E.V., Pustova, S.V. Lakatos queueing systems, their generalization and application. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2012. 48(3). P. 387–396.

Математичний процес розмноження мікроорганізмів

В доповіді наводимуться приклади застосування диференціальних рівнянь для побудови математичної моделі обробки та аналізу досить широкого класу експериментальних чи спостережуваних даних, що мають дієве практичне застосування, зокрема і в таких галузях, як екологія, психологія, медицина та ін.

Поняття математичного моделювання трактується різними авторами по своєму. Під математичним моделюванням ми будемо розуміти метод дослідження процесів або явищ шляхом побудови їхніх математичних моделей і дослідження цих процесів. В основу методу покладемо адекватність між змінними складеного рівняння і досліджуваного процесу. Зрозуміло, що на практиці ці процеси не будуть абсолютно ідентичні. Але можна удосконалювати математичну модель, яка більш точно буде описувати цей процес. Треба пам'ятати, що в останньому випадку, як правило, математичні рівняння ускладнюються. А це означає, що їх моделювання на ЕОМ потребує більше часу.

Схема таких досліджень починається з постановки задачі і закінчується проведенням ефективного обчислювального експерименту. Її умови можна записати в такій формі:

- а) постановка задачі;
- б) побудова математичної моделі та перевірка її адекватності;
- в) узагальнення та теоретичне дослідження даного класу задач;
- г) розробка алгоритмічного забезпечення для розв'язування досліджуваних задач;
- д) створення програмного забезпечення;
- е) проведення обчислювального експерименту;
- ж) впровадження цих результатів у виробництво.

Розглянемо питання використання диференціальних рівнянь в екології. Основним об'єктом дослідження в екології є еволюція популяцій (сукупність одного виду рослин, тварин, чи мікроорганізмів, які населяють протягом тривалого часу певну територію).

Опишемо математично процес розмноження чи вимирання популяцій. Нехай $x(t)$ – кількісний стан популяції в момент t , A – число, яке відповідає кількості народжених, B – умираючих в одиницю часу. Тоді швидкість зміни координати $x(t)$ задається формулою

$$\frac{dx}{dt} = A - B. \quad (1.1)$$

В (1.1) A і B можуть залежати від x . Наприклад,

$$A = ax, B = bx, \quad (1.2)$$

де a – коефіцієнт народжуваності, b – смертності.

Підставляючи (1.2) в (1.1), отримаємо

$$\frac{dx}{dt} = (a - b)x. \quad (1.3)$$

Розв'язок диференціального рівняння (1.3) запишемо у вигляді

$$x(t) = x_0 e^{(a-b)(t-t_0)}. \quad (1.4)$$

З розв'язку (1.4) видно, що при $a > b$ популяція виживаюча, а при $a < b$ – вимираюча.

Рівняння (1.3) в деяких випадках береться нелінійним

$$\frac{dx}{dt} = ax - bx^2 \quad (a > 0, b > 0). \quad (1.5)$$

Це рівняння Бернуллі при $n = 2$ і його розв'язок можна записати в такому вигляді

$$x(t) = \frac{x_0 \frac{a}{b}}{x_0 + (\frac{a}{b} - x_0) e^{-a(t-t_0)}}. \quad (1.6)$$

З формули (1.6) видно, що при $t \rightarrow \infty, x(t) \rightarrow \frac{a}{b}$. При цьому можливі випадки

$$\frac{a}{b} = x_0, \quad \frac{a}{b} > x_0, \quad \text{та} \quad \frac{a}{b} < x_0.$$

Рівняння (1.5) описує еволюцію популяцій деяких бактерій.

Можна говорити і про більш складні рівняння, системи рівнянь.

Розглянемо математичну модель спільного співіснування двох біологічних видів (популяцій) типу «Хижак - жертва», так звану модель Лотки - Вольтера. Нехай є два біологічні види, які спільно мешкають в ізолюваному середовищі. Середовище стаціонарне і забезпечує в необмеженій кількості всім необхідним для життя одного з видів, який назовемо жертвою. Інший вид (хижак) також знаходиться в стаціонарних умовах, але харчуються лише особами першого виду.

Нехай $x(t)$ – число мікробів-хижаків, y – число антитіл-жертв в момент часу t . Тоді число мікробів-хижаків буде рости до того часу, поки у них буде їжа. Якщо корму не буде вистачати, то кількість мікробів-хижаків буде зменшуватися і тоді, починаючи з деякого моменту, буде рости число антитіл-жертв. Модель такого прикладу має вигляд

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -ax + bxy \\ \frac{dy}{dt} = cx - dxy \end{cases}, \quad (1.7)$$

де a, b, c, d – додатні константи.

В (1.7) доданок bxy виражає залежність приросту мікробів від числа антитіл, $-dxy$ – зменшення числа антитіл від кількості мікробів.

Очевидно, що характер зміни стану (x, y) визначається значеннями параметрів. Змінюючи параметри і вирішуючи систему рівнянь моделі, досліджуємо закономірності зміни стану екологічної системи. Незважаючи на те, що розглянута модель - найпростіша і в дійсності все відбувається набагато складніше, вона пояснює деякі закономірності, що існують в природі.

Отримала пояснення періодичності в протіканні хронічного захворювання, стає зрозуміло, чому перебіг хвороби залежить від фази і інтенсивності проведеного лікування. Дійсно, як протікає хронічне захворювання?

Загострення змінюється поліпшення і знову все повторюється. Хвороба пов'язана з наявністю «хижаків» (мікробів, вірусів), які поїдають щось в організмі «жертв» (антитіл). Загострення відбувається, коли «хижаків» багато, а покращення самопочуття відповідає збільшенню в організмі «жертв». У стані рівноваги - хвороба слабо виражена.

Запропонована модель може бути використана при подальшому вивченні лікування різних хронічних захворювань, зокрема, при боротьбі з хронічними інфекціями, з урахуванням всіх імунних факторів; лікування проводять відповідно до цієї моделі.

Список літератури

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. — М.: Наука, 1976. — 288 с.
2. Динамическая теория биологических популяций / Под ред. Р. А. Полуэктова. — М.: Наука, 1988. — 296 с.
3. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука, 1982. — 320 с.
4. Романов М. Ф., Федоров М. П. Математические модели в экологии. — СПб: Иван Федоров, 2003. — 240 с.
5. Свирижев Ю. М., Елизаров Е. Я. Математическое моделирование биологических сообществ. — М.: Наука, 1972. — 150 с.
6. Смит Дж. М. Модели в экологии. — М.: Мир, 1976. — 184 с.
7. Федоров М. П., Романов М. Ф. Математические основы экологии. — СПб: Изд-во СПбГТУ, 1999. — 156 с.

Radiation Patterns Modeling For Metallic Square Frustum With 500MHz Electric Dipole Antenna Using Method Of Moments

Modeling radiation patterns for antennas mounted on 3D complex-shaped body, that was made in this research, is an important direction in today's electromagnetic compatibility problems solution, because knowing these patterns (with taking into account the impact of 3D metallic body) a technical vehicle constructor can avoid making such a design, that is bad for reliable and qualitative use in its exploitation.

Introduction. Electromagnetic compatibility (EMC) of antennas installed on a modern technical vehicle or stationary object is very important. Therefore, in the arsenal of a constructor, there must be some means that make it possible to rationally arrange the standard antennas on a metal 3D object of complex shape in a convenient way. Such a software tool, based on previously reliably found distribution of currents on the 3D wire-grid model of an airplane, helicopter, sea ship or ground transport of a special purpose, was developed in [1]. However, this tool did not allow to take into account the radiation patterns of the installed antennas, which are of no less importance in the work of the designer of an aircraft than the actual currents on its surface. In addition, having information on the radiation patterns of standard antennas, the designer can make corrections to the general design of the 3D electrodynamic object, because the body of the object renders a significant influence on these patterns. Therefore, the tool presented in [1] should be supplemented with a program procedure built on the method of moments (MoM) [1-3], capable of reliably calculating the 3D radiation patterns of the aircraft antennas, taking into account the effect of the metal surface of the body of the object on which they are installed. This procedure is now developed, widely known in the circle of narrow specialists and is called FEKO.

MoM implementation. An equation, that is used for problem solution of antennas radiation patterns calculation with help of MoM, is known as Pocklington equation [1-3]

$$\frac{i}{\omega \epsilon_0} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} I(z') \left[\frac{\partial^2 G(z, z')}{\partial z'^2} + k^2 G(z, z') \right] dz' = E_{\tau}^i(z) \quad (1)$$

where ω - angular frequency, rad/s; $\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi}$; $G(z, z') = \frac{e^{-ikr}}{4\pi r}$ - Green's function;

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$, $1/m$; λ - wavelength, $r = \sqrt{(z - z')^2 + a^2}$ m; a - the radius of the model's

segment, m; $I(z') = \int_x j(z) dz$ - line current at point z' , A; $E'_t(z)$ - tangential

component of electric field of the wave incident on the surface of the wire-grid model's segment at the observation point z , V / m.

Solving equation (1) by taking into account the mutual electrodynamic impact of object's model segments is convenient to perform as stated in [1-2]. After series of changes relation (1) takes the final form:

$$\frac{i}{\omega\epsilon_0} \sum_{n=1}^N I_n \int_{L_n} \int_{L_m} W_m(z) j_n(z') \left[\frac{\partial^2 G(z, z')}{\partial z^2} + k^2 G(z, z') \right] dz' dz = \int_{L_m} W_m(z) E'_t(z) dz$$

When applying Galerkin's method to it, it's recommended to choose the weight functions W_m the same as basic functions:

$$W_m = j_m(z')$$

In modified relation (1) the dimension of integrand part is resistance (Ohm). Therefore, it is denoted z_{mn} and is called a generalized impedance. The right side of it makes sense of generalized excitation voltage U_m . This expression is equivalent to the formal system of linear equations:

$$\left. \begin{aligned} I_1 z_{11} + I_2 z_{12} + \dots + I_N z_{1N} &= U_1 \\ I_1 z_{21} + I_2 z_{22} + \dots + I_N z_{2N} &= U_2 \\ &\dots \\ I_1 z_{N1} + I_2 z_{N2} + \dots + I_N z_{NN} &= U_N \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

where z_{mn} - mutual resistance of wire-grid model's element; z_{nn} - its own resistance. Thus Pocklington's equation can be considered the basis for the determination of currents distribution on a model of metallic object of any complexity.

The system of equations (2) can be written in matrix form:

$$[z] \cdot [I] = [U], \quad (3)$$

where $[Z]$ - generalized impedance matrix, $[I]$ - column-vector of unknown expansion coefficients (currents), $[U]$ - column-vector of excitation sources (incident electric field).

Solution of (3) is carried out by special subroutines (which often make use of Crout's method of Z matrix decomposition) and can be written in form:

$$[I] = [z]^{-1} [U] \quad (4)$$

Validation. The validity of this research has been proved in [1] on example of quarter-wave radiating whip antenna mounted on a top of a current-conductive cone, experimentally and numerically tested in [2]. The main condition for numerical modeling of electrodynamic structures has been satisfied in the research for the working frequency of 500MHz: the length of a model element was always kept at least 10 times less than λ . Radius of wire was set to 0,005m.

Research. On Fig.3 is depicted the currents distribution along the square frustum's metallic surface, induced from electric dipole (red arrow at the top), found with help of MoM.

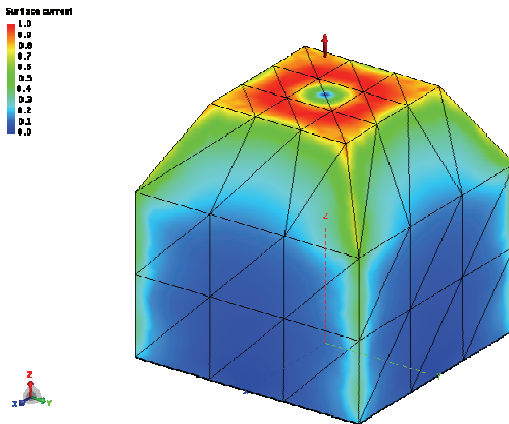


Fig. 3 Currents distribution on frustum's surface at 500 MHz

On Fig.2 is presented a polar graph of frustum's and electric dipole's radiation pattern in far field (for electric field) at same frequency.

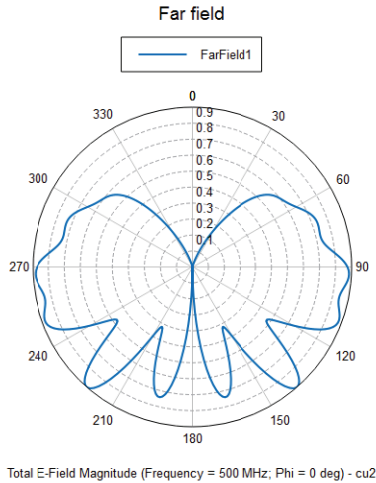


Fig. 2 Radiation pattern at 500 MHz for complex-shaped 3D object (polar graph)

Finally, on Fig. 3 is shown a 3D radiation pattern (for gain) of the metallic complex-shaped 3D body being excited by 500MHz electric dipole.

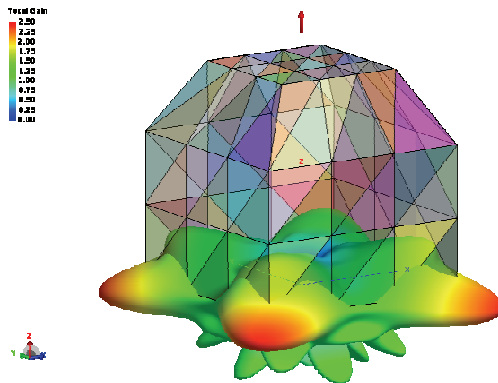


Fig. 3 Square frustum's plus electric dipole's 3D radiation pattern, 500 MHz

Conclusion

The research presented in the paper is aimed at numerical modeling of radiation patterns for electric dipole antennas mounted on 3D complex-shaped metallic objects and corresponding surface currents distribution calculation with help of MoM. It was conducted for $1 \times 1 \times 1$ m square frustum 3D wire-grid model

consisting of 5770 metal triangles in free space, excited by electric dipole antenna. The far field patterns presented were calculated for frequency 500MHz. Knowing the radiation patterns of multi-antenna-excited complex-shaped metallic 3D-bodys can help to decrease EMC problems [4-5] for designed technical vehicles or stationary objects in process of their exploitation.

References

1. A.V. Vishnevsky Computation Method of Mutual Impact Coefficient of the Quarter-wave Wire Antennas Placed on Airplane Wire-grid Model : Proceedings of the IEEE Microwaves, radar and remote sensing symposium 'MRRS-2008', – Kiev (Ukraine), September 22-24, 2008, p.279-282.
2. R. Mittra, Computer Techniques for Electromagnetics, Hemisphere Publishing Corporation, 1987, 403p.
3. R. Mittra, Computational Electromagnetics: Recent Advances and Engineering Applications, Springer Science+Business Media, New York, 2014, 704 p.
4. D. Poljak, Advanced Modeling in Computational Electromagnetic Compatibility, Wiley-Interscience, Mar 16, 2007 - 496 p.
5. Archambeault B, Brench C, Ramahi O.M., EMI/EMC computational modeling handbook. Second edition. Kluwer Academic publishers, Boston Dordrecht London, 2001, 315p.

*К.В. Бунас (Белорусская государственная академия авиации,
Республика Беларусь)*

Модель двухконтурного регулятора постоянного тока в MATLAB

Рассматривается модель двухконтурной системы управления двигателем постоянного тока в среде MATLAB. На основании исследований модели определены субоптимальные параметры ПИ-регуляторов по току и скорости.

В настоящее время двигатели постоянного тока нашли широкое применение во многих отраслях промышленности, таких как авиация, машиностроение, автоматика и т.д.

Широкое применение двигателей постоянного тока обусловлено прежде всего их высокой эффективностью, преимуществом использования электроэнергии над другими видами источников энергии, а также высокой точностью работы, которая достигается за счет использования вместе с двигателем системы управления.

В связи с быстрым развитием вычислительной и микропроцессорной техники стало возможным моделирование процессов, происходящих внутри электродвигателей, а, следовательно, и систем управления ими [1].

В двухконтурной системе управления двигателем постоянного тока первый контур является регулятором по току, а вторым контуром является регулятор по скорости. Такое построение дает ряд преимуществ по сравнению с одноконтурной системой управления, а именно:

- в токовом контуре существенно снижено влияние нелинейностей и запаздывания, которые вносит силовой регулятор,
- в двухконтурной системе управления реализовано ограничение тока якоря двигателя постоянного тока, что необходимо при использовании такой системы на реальной установке,
- при таком построении практически исключено влияние скорости на ток якоря
- для придания замкнутой системе заданных динамических характеристик в регуляторах исключаются дифференцирующие звенья, что улучшает помехоустойчивость и расширяет динамический диапазон работы системы.

Передадточная функция двигателя постоянного тока [2]:

$$W(s) = \frac{\Psi(s)}{U_{\text{я}}(s)} = \frac{K_{\text{дв}}}{(T_{\text{э}}T_{\text{м}}s^2 + T_{\text{м}}s + 1)},$$

$$K_{\text{дв}} = \frac{\Psi_{\text{хх}}}{U_{\text{я.ном}}},$$

$$T_{\text{э}} = \frac{L_{\text{я}}}{R_{\text{я}}},$$

$$T_{\text{м}} = \frac{JM_{\text{п}}}{\Psi_{\text{хх}}},$$

где $K_{\text{дв}}$ — коэффициент передачи двигателя; $\Psi_{\text{хх}}$ — угловая скорость холостого хода; $T_{\text{э}}$ — электрическая постоянная цепи якоря; $T_{\text{м}}$ — электромеханическая постоянная времени; $L_{\text{я}}$ — индуктивность цепи якоря; $R_{\text{я}}$ — активное сопротивление цепи якоря; J — момент инерции ротора; $M_{\text{п}}$ — пусковой момент двигателя.

Структурная схема двухконтурной системы управления представлена на рисунке 1 [3]. На нем обозначены: РС — регулятор скорости; РТ — регулятор тока; ДТ — датчик тока; ДС — датчик скорости.

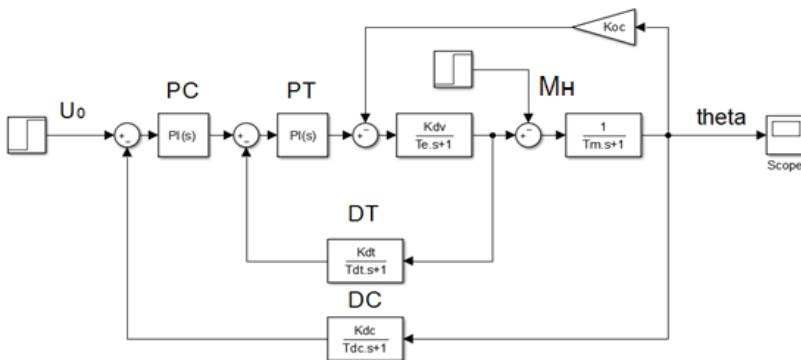


Рисунок 1 – Структурная схема двухконтурной системы управления двигателем постоянного тока

Моделирование системы управления происходило в среде виртуального моделирования MATLAB/SIMULINK (рисунок 2).

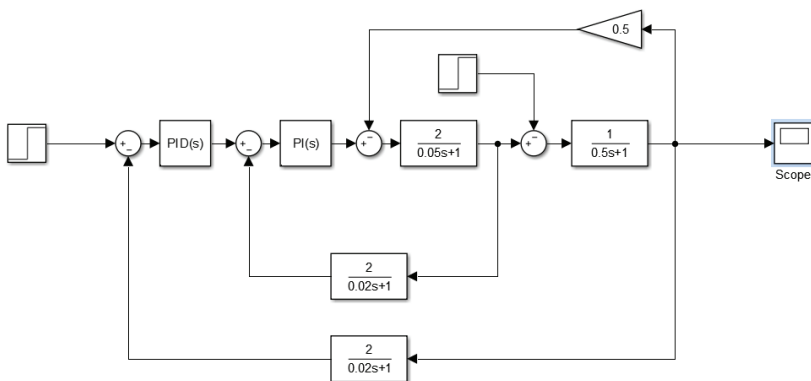


Рисунок 2 – Схема двухконтурного регулятора двигателя постоянного тока

В результате моделирования переходного процесса получены коэффициенты регуляторов по току и скорости (таблица 1). Данные параметры обеспечивают стабильную работу двигателя постоянного тока как в статике, так и в динамике процесса.

Таблица 1.

	K_p	K_i
Регулятор по току	0	1.30
Регулятор по скорости	1.75	2.50

На рисунке 3 представлены графики переходных процессов двухконтурного регулятора двигателя постоянного тока

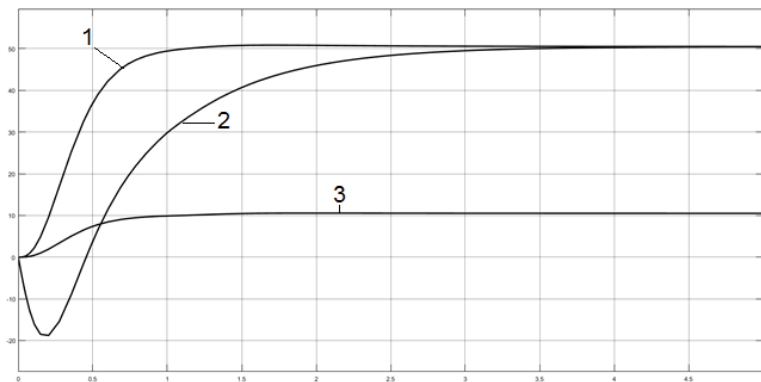


Рисунок 3 – График переходного процесса двухконтурного регулятора двигателя постоянного тока

На рисунке 3 обозначено:

- 1 – график переходного процесса двухконтурного регулятора двигателя постоянного тока без подключения нагрузки ($U_0 = 100$ В);
- 2 – график переходного процесса двухконтурного регулятора двигателя постоянного тока с подключением нагрузки ($U_0 = 100$ В);
- 3 – график переходного процесса двухконтурного регулятора двигателя постоянного тока без подключения нагрузки ($U_0 = 20$ В).

Выводы

В данной работе построена модель двухконтурной системы управления двигателем постоянного тока в среде MATLAB. На основе исследования переходных процессов были получены параметры ПИ-регуляторов по току и скорости, позволяющие обеспечить стабильную работу системы на всем промежутке времени моделирования.

Список литературы

1. Бунас, К.В. Перспективные системы управления в авиации. I-я международная заочная научно-практическая конференция «Авиация: история, современность, перспективы развития», 2016. – 384 с.
2. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 3-е изд., М.: Издательство МЭИ, 2005. – 400 с.
3. Герман-Галкин, С.Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.

Про число малих розрізів у 3-реберно зв'язних графах

Розглянуто оцінки числа 3-реберних і 4-реберних розрізів у 3-реберно зв'язному графі.

Нехай G - 3-реберно зв'язний граф, а $\sigma_k(G)$ - число його k -реберних розрізів. Тут буде показано, що $\sigma_3(G) \leq 2n$, а $\sigma_4(G) \leq 2n^2$.

Сімейство $\{A_i\}_1^k$ непустих підмножин деякої множини M назвемо деревовидним, якщо воно задовольняє наступній умові:

$$\forall A_i \forall A_j (i \neq j): (A_i \cap A_j \neq \emptyset) \Rightarrow (A_i \subset A_j) \vee (A_j \subset A_i).$$

Спочатку доведемо одну технічну лему.

Лема 1. Якщо $\{A_i\}_1^k$ -деревовидне сімейство підмножин скінченної множини M , $|M| = m$, то $k \leq 2m - 1$.

Доведення. Застосуємо індукцію по числу m . Для $m=1$ твердження леми очевидне. Нехай для усіх p , $p < m$ лема вірна і нехай $\{B_j\}_1^s$ - сімейство максимальних по включенню відмінних від M підмножин із заданого сімейства множин $\{A_j\}_1^k$. Якщо $s=1$ то маємо нерівність

$k \leq 1 + 2|B_1| - 1 \leq 1 + 2(m-1) - 1 = 2m - 2$. Якщо $s \geq 2$, то за припущенням індукції маємо наступну нерівність:

$$k \leq 1 + \sum_{i=1}^s (2|B_i| - 1) \leq 1 + 2 \sum_{i=1}^s |B_i| - s \leq 1 + 2m - 2 = 2m - 1. \text{ Таким чином лема}$$

доведена.

Лема 2. Якщо G - 3-реберно зв'язний граф, а $\{A_i\}_1^k$ множина таких підмножин $A_i \subset G^0$ що задовольняють наступним умовам:

$$|A_i| \leq n/2, \rho(A_i) = 3,$$

Тоді сімейство $\{A_i\}_1^k$ буде деревовидним.

Доведення. Зауважимо спочатку, що кожен мінімальний розріз U зв'язного графа G є кограницею $[1]$, тобто для деякого $E(A, \bar{A}) = U$. Тому кожному 3-розрізу U графа G поставимо у відповідність єдину множину $A \subset G^0$, $\rho(A) = U$, де $|A| \leq n/2$ (у випадку, коли $|A| = n/2$, вибір між двома підмножинами A, \bar{A} довільний). Далі буде доведено, що множина

$\{A_j\}_1^k$ таких підмножин, $A_i \subset G^0$, $|A| \leq n/2$, $\rho(A) = 3$, задовольняє умовам леми 1 і тому число таких підмножин, а отже і число 3-розрізів не більше $2n-1$.

Припустимо протилежне, що множина $\{A_j\}_1^k$ не задовольняє умовам леми 1 і отже існують такі підмножини $A, B \subset G^0$, що

$$|A| \leq n/2, |B| \leq n/2, \rho(A) = \rho(B) = 3,$$

$(A_i \not\subset A_j) \wedge (A_j \not\subset A_i) \vee (A_i \cap A_j \neq \emptyset)$. Позначимо наступні множини:

$M_1 = A \cap B$, $M_2 = A \setminus B$, $M_3 = B \setminus A$, $M_4 = G^0 \setminus (A \cup B)$. Очевидно, що $M_1 \neq \emptyset$, $M_2 \neq \emptyset$, $M_3 \neq \emptyset$; покажемо, що також і $M_4 \neq \emptyset$. Дійсно, якщо б $M_4 = \emptyset$, то

мала б місце рівність $|A \cup B| = n$, звідки, враховуючи, нерівності $|A| \leq n/2$, $|B| \leq n/2$, випливало, що $A_i \cap A_j = \emptyset$. Також позначимо:

$$m_{ij} = m_{ji} = \rho(M_i, M_j), \quad i, j = 1, 2, 3, 4.$$

За умовою леми маємо наступні співвідношення:

$$\rho(A) = m_{13} + m_{23} + m_{14} + m_{24} = 3,$$

$$\rho(B) = m_{12} + m_{23} + m_{14} + m_{34} = 3,$$

$$m_{12} + m_{13} + 2m_{14} + 2m_{23} + m_{24} + m_{34} = 6$$

$$m_{12} + m_{23} + m_{24} \geq 3,$$

$$m_{13} + m_{23} + m_{34} \geq 3,$$

$$m_{12} + m_{14} + m_{13} \geq 3,$$

$$m_{14} + m_{24} + m_{34} \geq 3.$$

З цих співвідношень одразу випливає, що $m_{23} = m_{14} = 0$. Таким чином, отримуємо наступні співвідношення:

$$m_{13} + m_{24} = 3, \quad m_{12} + m_{34} = 3, \quad m_{12} + m_{13} \geq 3, \quad m_{12} + m_{24} \geq 3, \\ m_{13} + m_{34} \geq 3, \quad m_{24} + m_{34} \geq 3.$$

З цих співвідношень випливає, що $m_{12} = m_{13} = m_{24} = m_{34} = 1, 5$, що очевидно не можливо.

Теорема 1. Якщо G 3-реберно зв'язний граф, то має місце оцінка:
 $\sigma_3(G) < 2n \leq 4m/3$.

Доведення. Одразу випливає з лем 1 і 2, а також з відомої нерівності $m \geq 3n/2$.

Розглянемо тепер задачу оцінки числа $\sigma_4(G)$ мінімальних по включенню розрізів 3-реберно зв'язний граф.

Позначимо через G'_u і G_u^* графи, що одержуються з даного графа G відповідно видаленням і стягуванням ребра u [1,2].

Лема 3 [1,2]. Якщо G 3-реберно зв'язний граф на n вершинах, $n \geq 3$, то існує таке ребро, що графи \tilde{G}'_u і G_u^* будуть 3-реберно зв'язними.

Теорема 2. Якщо G 3-реберно зв'язний граф, то має місце оцінка:

$$\sigma_4(G) \leq 2n^2.$$

Доведення. Нехай 3-реберно зв'язний граф на n вершинах, $n \geq 3$ нехай u - таке ребро графа G , що графи \tilde{G}'_u і G_u^* будуть 3-реберно зв'язними; таке ребро існує згідно з лемою 3. Усі мінімальні 4-розрізи графа G можна розбити на два класи: 1) розрізи, які не містять ребро u і 2) розрізи, які містять ребро u . Очевидно, що розрізи 1-го типу будуть також 4-розрізами графа G_u^* , а розрізи 2-го типу будуть породжувати не більше двох 3-розрізів графа G'_u . Таким чином, ми отримуємо нерівність:

$$\sigma_4(G) \leq \sigma_4(G_u^*) + 2\sigma_3(G'_u).$$

Тепер застосуємо індукцію по числу вершин графа G . Враховуючи тепер оцінку теореми 1, маємо наступну нерівність:

$$\sigma_4(G) \leq 2(n-1)^2 + 2(2n-1) = 2n^2,$$

що й треба було довести.

Зауважимо, що отримані оцінки для випадку 3-реберно зв'язного графа уточнюють оцінки, які були отримані в роботі [3].

Список літератури

1. *Tamm V.* Теория графов.- М.:Мир, 1988.-424с.
2. *Diestel R.* Graph Theory.-N-Y.:Springer-Verlag, 2000.-322p.
3. *Диниц Е.А., Карзанов А.В., Ломоносов М.В.* О структуре системы минимальных разрезом графа.- Исследование по дискретной оптимизации. – Москва, Наука, 1976, с.290-306.

Оленюк Ю.Р., к.т.н.
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності),
Оленюк І.Ю. (Україна)

Проектування моделі повітряного судна із використанням розгортної поверхні відображення

Запропоновано застосувати наступні складові апарату відображення: площину проектування визначено як криволінійну поверхню, промені проектування розміщені із змінним кутом із двопараметричною в просторі дискретною залежністю, центр проектування розміщений на лінії (прямій або кривій). Положення лінії в просторі визначається складністю об'єкта.

Для виготовлення зовнішньої поверхні фюзеляжу повітряного судна необхідно створити геометричну модель, яка дозволяла б оперативно в процесі проектування реалізовувати пропозиції щодо комплексу завдань, в тому числі - удосконалення аеродинамічних характеристик. Варіант отримання закономірностей у вигляді чітко визначених геометричних твірних елементів та правил їх переміщення при використанні направляючих ліній в 3D просторі застосовується як загально прийнятий підхід для створення поверхонь. Існує правило застосовується для створення закономірних поверхонь. Однак в практиці літакобудування в більшості випадків необхідно створювати поверхні, котрі належать до незакономірних. Окрім цього, необхідно передбачити опції внесення об'ємних змін та повернення до попереднього стану проектованої поверхні при незадовільному результаті.

Існує метод особливих критеріїв і об'єднаних показників ефективності, котрий можна охарактеризувати тим, що алгоритм включає в себе чотири основні складові завдання при проектуванні: архівування відображення проектних дій, використання стандартних математичних дій в алгоритмі, геометричну модель поверхні, котра описується аналітично, і характеристики складових операцій [1,2].

При проектуванні також застосовують метод, при котрому необхідно знайти розв'язок багатьох складових завдань, деякі з котрих мають вирішуватися одночасно. Такий складний підхід пропонується для розв'язання надскладних завдань із застосуванням методики багатопланових систем для удосконалення автоматизації процесу проектування фюзеляжу повітряного судна [3].

Загальноприйнятий метод проектування на площини ортогональних проекцій не створює умови для оперативного втручання в процес моделювання поверхні. Якщо застосувати необхідні зміни в самому апараті відображення – заміну площину проектування розгортною криволінійною поверхнею внесенням кількісних змін у 2-3 початкових параметрах положення осі проектування, появиться можливість оперативно створювати необхідну зовнішню поверхню фюзеляжу

Наукова новизна. Запропоновано застосувати наступні складові апарату відображення: поверхню проектування визначено криволінійну поверхню, котра відображає закономірну циліндричну, промені проектування не паралельні, а розміщені із змінним кутом із двопараметричною в просторі дискретною залежністю, центр проектування змінний та розміщений на лінії (на прямій або кривій). Характер лінії, на котрій знаходиться змінний центр проектування, тобто вимір кількості параметрів в просторі визначається складністю об'єкта проектування. Найпростіший випадок – пряма, котра перетинає поперечний переріз проекрованої поверхні, інші варіанти ліній в 3D просторі передбачають наявність поєднання незакономірних поверхонь, котрі викликані необхідністю враховувати аеродинамічні характеристики, міцнісні властивості тощо. Теоретично умови взаємного розміщення проекрованої поверхні та поверхні відображення можна розглядати як взаємозалежні та виглядають наступним чином:

$$\begin{aligned} V\Omega < R \wedge V\mu < R \\ \Omega \cap \mu = L \rightarrow \min, \end{aligned}$$

де R – множина простору спільна для поверхні фюзеляжу та поверхні відображення, $V\Omega$, $V\mu$ – об'єми, котрі належать об'єкту проектування та поверхні відображення, відповідно, L – лінія перетину двох поверхонь.

На поверхні проектування створена інформація, котра відображає поверхню повітряного судна. В подальшому поверхня проектування повинна бути розгорнута. Такі дії створюють можливість проводити нескладні математичні дії на 2D поверхні із даними, котрі стосуються 3D поверхні. Лінії, котрі відображають проектовану поверхню, мають індексацію згідно дискретної відстані до осі проектування. Лінії на розгорнутій поверхні з допомогою апроксимації приводяться до кривих 2 порядку, що дає можливість отримати повністю математизований варіант проекрованої поверхні.

В процесі проектування поверхні фюзеляжу повинна існувати можливість вносити зміни на будь-якому етапі алгоритму при необхідності удосконалення, наприклад, покращення аеродинамічних властивостей або збільшення об'єму салону. Такі дії можуть проводитись з допомогою втручання в просторове розміщення ліній, котрі відображатимуть об'ємні зміни проекрованої поверхні та не впливатимуть на зміну початкових параметрів створення апарату проектування.

Висновок. Запропонований метод проектування складних (в тому числі незакономірних) поверхонь створює можливість моделювати необхідні просторові зміни з допомогою нескладних дій при наявності циліндричної поверхні відображення та декількох параметрів для визначення лінії центрів проектування. Запропонована модель дає можливість отримати повністю математизований варіант проекрованої поверхні та проводити зміни із необхідною точністю.

Список літератури

1. Утенкова, В.В. Метод оптимизации геометрии крыла самолета в плане по частным критериям [Текст] /В.В. Утенкова, В.И. Новиков, В.И. Рябков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии – Х.: НАКУ “ХАИ”. – 2005. – Вып. 27. – С. 116–124.
2. Основы общего проектирования самолетов с газотурбинными двигателями [Текст] /П.В. Балабуев, С.А. Бычков, А.Г. Гребеников, В.И. Рябков. – Х. ХАИ: 2003. – 389 с.
3. Электронный документооборот: средства и методы / В.П. Зинченко, С.В. Зинченко, В.В. Борисов, Ю.В. Абрамов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “ХАИ”, 2001. – Вып.10. – С. 165 – 177.

Бистрова Богдана Василівна
(Національний авіаційний університет, Україна)

Загальні підходи до реформування системи вищої освіти в галузі підготовки бакалаврів з кібербезпеки в США

Моніторинг особливостей освіти у галузі підготовки бакалаврів з кібербезпеки США дав можливість виокремити наступні принципи розвитку системи підготовки кадрів, які доповнюють загальні принципи функціонування і вдосконалення професійної освіти загалом було розглянуто в цьому дослідженні..

Моніторинг особливостей освіти у галузі підготовки бакалаврів з кібербезпеки США дав можливість виокремити наступні принципи розвитку системи підготовки кадрів, які доповнюють загальні принципи функціонування і вдосконалення професійної освіти загалом: суворе дотримання законодавства в області національної безпеки, загальноновизнаних норм міжнародного права при підготовці кадрів з кібербезпеки; ретельний підбір кадрів для галузі та тих хто веде підготовку фахівців за освітніми програмами професійної освіти досліджуваної галузі, з метою створення як демократичної атмосфери у ході навчального процесу так і якісного навчання. Адже демократична атмосфера забезпечує розвиток творчих умінь і навичок, естетичного смаку, бажання творчого пошуку, самоосвіти та самовдосконалення; гармонійне поєднання інтересів особистості, суспільства і держави (державного замовлення) при підготовці кадрів з кібербезпеки; державна підтримка провідних вузів країни, науково-педагогічні працівники, що здійснюють підготовку бакалаврів з кібербезпеки для державного сектора економіки і системи державного і муніципального управління; взаємозв'язок систем підготовки професійних кадрів з кібербезпеки та новітніх інформаційних технологій; системний підхід до підготовки кадрів, враховуючи вплив на ІБ як внутрішніх, так і зовнішніх факторів, а також використання всієї сукупності алгоритмічних, криптографічних, програмно-апаратних, інженерно-технічних, фізичних, організаційних, правових і морально етичних методів захисту інформації.

З нашої точки зору з метою якісного кадрового забезпечення, для кожної з посад визначається повне коло компетенцій, найважливіші з них – це знання, уміння, навички та їх застосування на практиці. З огляду на вимоги до кадрового забезпечення, посилення процесу підготовки бакалаврів з кібербезпеки, може відбуватися шляхом застосування компетентнісного підходу. Дослідження практики застосування компетентнісного підходу в США дало можливість означити модель, на яку спирається галузь освіти в забезпеченні потреб ринку. Каркасом цієї моделі є наступні позиції: по-перше: для якісного кадрового забезпечення визначається для кожної з посад повне коло компетенцій (знання, уміння, навички та їх застосування). Під підготовкою кадрів для відповідної галузі розуміють систему, що включає всі рівні професійної освіти, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців. «В США освіта та

підготовка здійснюється за великою кількістю програм та пропонує диверсифіковані шляхи набуття необхідних навичок. Освітні програми передбачають навчання як з набуттям сертифікатів так і програми, що передбачають одержання освітньо-кваліфікаційного рівня на базі середніх спеціальних або професійних закладів підготовки, а також програми, що пропонуються працедавцями, інтернатура, учнівство тощо» [1, с. 122].

Так в США фахівець з кібербезпеки по завершенню університетської підготовки повинен володіти низкою ключових компетенцій: інсталивати ресурси стандартних операційних систем і пристроїв зберігання даних, і управляти ними; виконувати адміністративні функції, пов'язані з доступністю інформації та інформаційних технологій; вміти визначити відносини між інформаційними технологіями та юридичними аспектами комп'ютерної експертизи; застосовувати навички, пов'язані з документуванням звітності даних, отриманих з цифрових пристроїв; використовувати фундаментальні судові методи в області інформаційних технологій та політики захисту комп'ютерних систем від загроз [2]; по-друге: особи, що бажають отримати певну посаду, можуть опанувати необхідним колом компетенцій на всіх рівнях навчання до -, після - та університетського. Вони роблять вибір між постачальниками освітніх послуг від безкоштовних до платних, що мають значну диференціацію за рівнем вартості послуг та їх якості; по третє: заклади вищої освіти визначають коло компетенцій, які можуть опанувати студенти по закінченню, що засвідчується дипломом конкретного ВНЗ.

Список використаних джерел

1. Пазюра Н.В. Особливості підготовки фахівців з середньою кваліфікацією в США / Н.В. Пазюра // Науковий вісник мукачівського державного університету, Серія «Педагогіка та психологія». Випуск 2 (2), 2015. – С. 120-125.
2. Чванова М.С. Подготовка кадров в области информационной безопасности в США Гуманитарные науки. Педагогика и психология./ М.С. Чванова // Вестник ТГУ, выпуск 8 (112), 2012. – С.126-133.
3. Высшее образование в США. URL: http://www.iclass.ru/study_abroad_high_usa/
4. Innovation in education: Alternative routes to teacher certification. U.S. department of education, office of innovation and improvement. Washington, D.C., 2004. – 70 p..

*О.М. Васюкович
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Характеристика англomовної складової радіообміну між диспетчером та екіпажем через лінгвістичні особливості

Досліджено питання англomовної складової радіообміну між диспетчером та екіпажем через лінгвістичні особливості. Розглянуто та проаналізовано основні характеристики фразеології на прикладах.

Розвиток сучасної науки, техніки, технологій призводить до виникнення спеціалізованих сфер людської діяльності, в результаті яких виникають спеціалізовані сфери спілкування. Вони вимагають формування спеціальних мов цих галузей соціального життя. Практична необхідність є основною рушійною силою виникнення тих мов, що обслуговують спеціалізовані, часто вузькоспеціалізовані, галузі людської діяльності. Створення і розвиток цих мов залежить від потреб тієї галузі науки, техніки, технології чи керування, яку вони обслуговують, а їх функціонування відбувається в межах певного мовного колективу.

Специфіка сфер комунікації ставить особливі вимоги до використання лексичних і граматичних засобів мови, побудови речень і структури висловлювання для максимального задоволення комунікативних потреб у сфері професійного спілкування. Під професійним спілкуванням, розуміємо мовне спілкування представників однієї професійної групи в ситуації, яка пов'язана з безпосереднім виконанням ними професійних чи службових обов'язків [1].

Спілкування в авіації - процес складного взаємного впливу людей, що забезпечує організацію взаємозв'язку [2]. Це спілкування здійснюється мовленнєвими і немовленнєвими засобами та їх комбінаціями.

Для авіаційних операторів - льотного складу та авіаційних диспетчерів керування повітряним рухом (КПР) володіння нею визначається як професійна необхідність, оскільки для них властива специфічна комунікація, що відома як термінологічне макрополе «Радіообмін цивільної авіації» (РЦА).

У функціональному плані текст РЦА - це ієрархічно організовані мовленнєві акти, об'єднані у висловлювання діалогічного типу.

Діалогічне мовлення ситуативне, тісно пов'язане з умовами, в яких відбувається мовленнєве спілкування. Повідомлення не створюються кожного разу заново, а добудовуються до попередньо висловлених або до виконуваних дій. Це мовлення контекстне і стисле через знання членами екіпажу ситуацій і застосування ними спеціальної професійної лексики, авіаційної фразеології [8].

Як відомо, засобом вираження надмірності в радіообміні є повтори (лексичні, синтаксичні та лексико-синтаксичні). Повтори в діалогах радіообміну виконують специфічні функції, до яких належать: а)

встановлення і перевірка каналу зв'язку; б) дублювання основної інформації з метою виключення можливих помилок під час її передачі й декодування [6]:

Controller - ... **turn left on the outer** taxiway to holding point 27R.

Pilot - Roger, **left on the outer** for 27R [CAP 413].

У повітряних перемовинах обов'язковим є повтор певних вказівок авіадиспетчера, наприклад, **read back** використовується для підтвердження того, що пілот декодував повідомлення авіадиспетчера у повній відповідності з комунікативними намірами останнього [6].

Лексика у фразеології радіообміну вживається у прямому значенні. Для неї не характерна метафоричність або переносне значення. Наприклад, вислів **take-off**, що означає **to leave the ground and begin to fly**. Це пряме значення вислову, але він має і таке значення, яке ніколи не вживається у фразеології радіообміну: **to become successful or popular very quickly or suddenly (of an idea or a product)** [7].

Наприклад, із двох синонімічних висловів **Leaving flight level** та **Out of flight level**, що означають «Залишаю ешелон польоту», лише перший рекомендовано вживати під час міжнародного телефонного спілкування [7].

Явище антонімії є також обмеженим: **climb** (набирати висоту), **descend** (знижуватися); **inbound** (лінія шляху наближення); **outbound** (лінія шляху віддалення); **maintain flight level 150** (витримуйте ешелон польоту 150); **leave flight level 150** (залишайте ешелон польоту 150); **expedite taxi** (прискорте руління), **slower taxi** (руліть повільніше); **ILS serviceable / unserviceable** (ІЛС працює / не працює) [7].

Оскільки фразеологія була створена, щоб охопити лише певну кількість аеронавігаційних ситуацій, вона є обмеженим інструментом. Хоча стандартна фразеологія ІКАО була розроблена, щоб охопити більшість ситуацій, вона не може вирішувати всі комунікаційні потреби, які виникають під час радіообміну між пілотами та авіадиспетчерами [5].

Таким чином, коли виникають ситуації, для яких фразеології недостатньо, пілоти та авіадиспетчери повинні вдаватися до звичайної англійської мови.

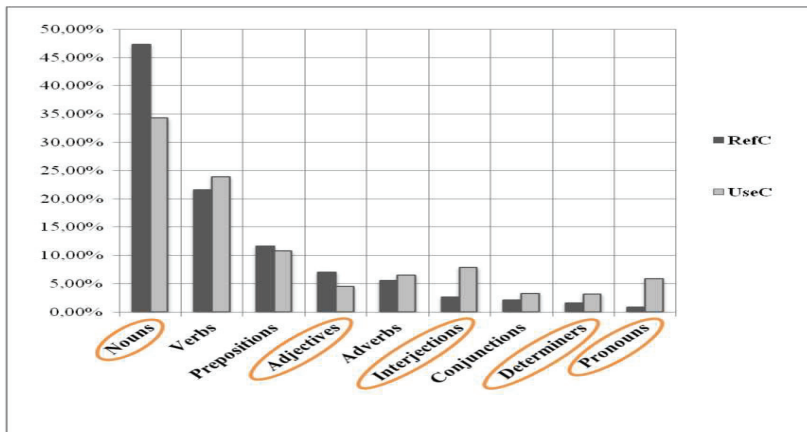
Лише коли стандартна фразеологія не може бути застосована для запланованої передачі, використовується звичайна мова [4]. Стандартна фразеологія ІКАО завжди повинна бути використана в першу чергу [5].

Отже, для того щоб детальніше визначити, якою є звичайна мова в двосторонньому зв'язку «повітря-земля», розглянемо порівняльне дослідження двох корпусів (зведення даних), що ґрунтувалось на спостереженні щодо різноманітного використання англійської мови [3].

У порівняльному дослідженні виокремлено два корпуси: опорний корпус, який був встановленою нормою (фразеологія радіообміну), та корпус, який був реальним використанням встановленої норми (звичайна англійська мова в авіаційному контексті) [3]. Порівняння корпусів мало важливе значення для виявлення, опису та класифікації різних реальних ситуацій.

Результати цієї класифікації засвідчили, що така частина мови, як іменники, найчастіше траплялася в обох корпусах (47,24 % для опорного і 34,29 % для реального), наступними були дієслова (21,54 % для опорного і

23,87 % для реального) та прийменники (11,59 % для опорного і 10,76 % для реального). У меншій кількості траплялися інші граматичні категорії, такі як прикметники, прислівники, сполучники, вигуки, артиклі та займенники (менше ніж 8 %) (див. діаграму) [3].



Класифікуючи лексику корпусів, проаналізовано відмінності в розподілі деяких граматичних категорій між двома корпусами: іменників, прикметників, вигуків, артиклів та займенників, які поділені нерівномірно в опорному та реальному корпусах. Ця невідповідність у розподілі розглядається як відображення відмінності, що існує між особливостями встановленої норми (опорний корпус) і реальне його використання (реальний корпус). Певні граматичні категорії можуть розглядатися більш детально і використовуватися як початкові орієнтири щодо потенційної відмінності, яка стосується особливостей фразеології та звичайної англійської мови [3].

Таким чином, розглянувши англійську складову радіообміну між диспетчером та екіпажем, необхідно виокремити такі лінгвістичні особливості: обмежена кількість запитальних та заперечних форм, майже повна відсутність модальних дієслів, відсутність артиклів, вживання слів кодового алфавіту; явище синонімії та антонімії є обмеженим; відсутність полісемії; специфічне читання цифр; вживання лексики у прямому значенні, використання повторів тощо.

Список літератури

1. Мальковская Т.А. Англо-русские соответствия в языковой структуре радиообмена в режиме общения пилот-авиадиспетчер: дис. ... канд. филол. наук : 10.02.20 / Т.А. Мальковская. - Пятигорск, 2004. - 163 с.
2. Пчелинов А.Ф. Профессиональное общение и безопасность полетов А.Ф. Пчелинов // Вопросы психологии. - 1982. - № 6. - С 127-128.
3. Stephanie Lopez, Anne Condamines, Amelie Josselin-Leray, Mike O'Donoghue, Rupert Salmon. Linguistic Analysis of English Phraseology and Plain

Language in Air-Ground Communications. – Journal of Air Transport Studies, 2013, 4 (1). – P. 44–60.

4. ICAO (2001). Aeronautical Telecommunications. Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, vol.2, 6th ed.

5. ICAO (2010). Manual on the Implementation of ICAO Language Proficiency Requirements. Doc. 9835. AN/453, 2nd ed.

6. Асмукович І. В. Структурно-синтаксичні особливості авіаційної фахової мови (на матеріалі радіообміну англійською мовою) / І. В. Асмукович // Мовні і концептуальні картини світу : [збірник наукових праць]. – Випуск 43. Частина 1. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2013. – С. 44–50.

7. Муравська С. М. Особливості вживання лексики в англійському авіаційному радіотелефонному дискурсі / С. М. Муравська // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка . - 2014. - Вип. 3. - С. 253-257.

8. Питель О.М. Формування готовності майбутніх авіаційних диспетчерів до ведення радіообміну англійською мовою. Науковий журнал. Вісник НАУ №2, 2011, с.188.

Гулько Любов Олександрівна,
провідний фахівець
(кафедра авіаційної англійської мови
Навчально-наукового інституту аеронавігації
Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна)

Іншомовна підготовка студентів нефілологічних спеціальностей в університетах України

Головна увага автора спрямовується на вивчення вимог, стандартів та змісту іншомовної підготовки студентів нефілологічних спеціальностей в університетах України. Питання розглядається у контексті глобалізаційних змін, у тому числі й у професійній сфері та освіті. Проаналізовано стандарти та зміст іншомовної компетентності випускників немовних ВНЗ.

Згідно зі “Стратегією інтеграції України до Європейського Союзу”, затвердженої Указом Президента України, поряд з іншими напрямками європейської інтеграції культурно-освітній та науково-технічний займають особливе місце, це зумовлено потенційною можливістю досягти вагомих успіхів в інтеграційному процесі саме на цих напрямках. Вони охоплюють галузі середньої і вищої освіти, перепідготовку кадрів, науку, культуру, мистецтво, технічну і технологічну сфери [4].

Вдосконалення немовних, підготування по немовним, у тому числі авіаційним, спеціальностям – це один з напрямів модернізації вищої освіти, актуальність якого сьогодні не викликає сумнівів. У числі факторів, що актуалізують вивчення іноземної мови студентами немовних спеціальностей, дослідники називають процеси глобалізації у сучасному світі, у тому числі й у професійній сфері та освіті; динамічний розвиток інноваційних технологій в інтернаціональному науково-технологічному просторі; перехід від «інформаційної» (комунікативної цивілізації), що потребує від будь-якого спеціаліста бути готовим виходити за межі вже відомого простору; процеси модернізації освіти та засвоєння нових технологій навчання у ВНЗі [8].

Так, у США П. С. Адлер досліджував питання культурної ідентифікації особистості, М. Байрам та М. Флемінг – інтеркультурні перспективи навчання мови, М. Дж. Беннет – базисні концепти міжкультурної комунікації. Російські вчені ввели в науковий обіг низку понять, що наразі використовуються для характеристики процесу міжкультурної взаємодії: Ю. М. Караулов увів поняття «мовної особистості», Ю. І. Пассов – поняття «іншомовної грамотності», В. В. Сафонова – іншомовної соціокультурної компетенції, П. В. Сисоєв – поняття «поікультурної особистості» тощо. Українські методисти (О. Б. Бігич, С. Ю. Ніколаєва, Т. О. Пахомова, Н. К. Складенко та ін.) розробляють концепцію та системи вправ для підготовки студентів до міжкультурної взаємодії [1].

На основі проведеного дослідження літератури, ми опишемо стандарти та зміст іншомовної компетентності випускників немовних ВНЗ.

Відповідно до Загальноєвропейських Рекомендацій з мовної освіти,

навчання іноземної мови, спираючись на загальнодидактичні принципи, відрізняється тим, що головною метою тут виступає не накопичення знань, яке має місце у навчанні інших дисциплін, а «оволодіння студентами діяльністю іншомовного спілкування» [3, с. 48].

Що стосується загальноєвропейських стандартів, які були розроблено Радою Європи для узгодження цілей та змісту навчання іноземними мовами, то вони пов'язують задачі формування іншомовної компетентності студентів з їх професійним напрямом діяльності. Таким чином, загальноєвропейський підхід диктує використання професійних стандартів у якості базового джерела вимог до мовної компетентності випускника ВНЗ [8].

Іншомовна підготовка студентів нефілологічних спеціальностей передбачає оволодіння випускниками університету сформованою мовною, мовленнєвою, соціокультурною та дискурсивною компетенціями на рівні B2, що передбачено Загальноєвропейськими Рекомендаціями з мовної освіти, де сказано, що «лише шляхом кращого оволодіння сучасними європейськими мовами можна полегшити спілкування та взаємодію між європейцями з різними рідними мовами заради підтримки європейської мобільності, взаєморозуміння і співпраці, та подолати упередження й дискримінацію» [3, с. 17].

За погодженням з Міністерством освіти і науки України вимоги до іншомовної компетентності випускника ВНЗ закладаються у Програму з англійської мови для професійного спілкування (АМПС), яка спрямована на надання викладачам і студентам мовних еталонів у відповідності з рівнями, визначеними Загальноєвропейськими Рекомендаціями з мовної освіти (2001) [1; 7]. Також дані вимоги формуються під впливом трьох загальних факторів: по-перше, існування у нашій країні традицій університетської мовної підготовки; по-друге, загальноєвропейські вимоги єдиного простору вищої освіти, які визначаються умовами входження України до Болонського процесу, по-третє, вимогами українських професійних стандартів.

Використання іноземної мови спеціалістом вищої кваліфікації може бути націлено на рішення різноманітних професійних задач, серед яких: складання доповідей та маркетингових матеріалів, усна презентація продукту або послуг, ведення переговорів з іноземними інвесторами, спілкування з нефакіхівцями-іноземцями з питань своєї професійної діяльності[6]; ведення професійної бесіди з усвідомленим використанням іншомовної термінології; використання нормативних документів партнерів, підготовки внутрішніх документів під завдання взаємодії з іноземними партнерами; виявлення потенційних або прихованих конфліктів у взаємовідносинах між іноземними учасниками корпоративних відносин; консультування інших спеціалістів у сфері взаємодії з певними іноземними партнерами[8].

Відбір змісту іншомовної підготовки студентів нефілологічних спеціальностей базується на аналізі національних та міжнародних освітніх стандартів, загальних професійних вимог і потреб студентів [2]. Тому, як вважає О.О. Першукова, у процесі іншомовної підготовки слід звернути особливу увагу на теми, що відображають:

- загальноєвропейські цінності: свободу, демократію, права людини в суспільстві;

- повагу до загальноєвропейських законодавчих актів з прав людини;
- прагнення до збалансованості інтересів представників різних країн і народів Європи, до проведення спільних акцій, спрямованих на розв'язання екологічних, економічних, соціальних і політичних проблем сучасної Європи і світу;
- відкритість і толерантність до представників інших культур, готовність вивчати традиції і звичаї інших народів;
- відмову від упередженого ставлення до іноземців, готовність знайти взаєморозуміння [6].

Підсумовуючи викладене вище, зазначимо, що вивчення мови – це не тільки вивчення «кодової системи знаків». Однією з необхідних умов ефективної іншомовної підготовки є створення умов для вирішення студентами соціально-комунікативних задач, підходів і методів навчання іноземної мови для підвищення мотивації студентів до розширення власної іншомовної комунікативної компетенції.

Список літератури

1. Артюхова О. Іншомовна підготовка студентів нефілологічних спеціальностей до міжкультурної взаємодії [Електронний ресурс] / Артюхова О. – Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/pedagogika/2011/173-161-24.pdf> – Загол. з екрану
2. Гришкова Р. Реалізація оновленого змісту англомовної підготовки студентів нефілологічних спеціальностей в умовах сьогодення [Електронний ресурс] / Гришкова Р. – Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/pedagogika/2009/108-95-24.pdf> – Загол. з екрану
3. Загальноєвропейські Рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання [Наук. ред. укр. вид-ня С. Ю. Ніколаєва]. – К.: Ленвіт, 2003. – 273 с.
4. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес: Матеріали до першої лекції / Уклад. М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, К.М.Левківський, Ю.В.Сухарніков; відп. ред. М.Ф.Степко. – К.: Изд., 2004. – 24 с.
5. Пазюра Н. Проблеми іншомовної підготовки студентів в соціально-культурному контексті: зарубіжний досвід. Наукові записки / Ред.кол.: В.Ф. Черкасов, В.В. Радул, Н.С. Савченко та ін. - Випуск 147. – Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім.. В.Винниченка
6. Першукова О.О. Переосмислити мету // Іноземні мови в навчальних закладах. – 2004. – № 4. – С. 116-122.
7. Пиаже Ж. Психология интеллекта / Ж. Пиаже // Избр. психологические труды. – М.: Международная педагогическая академия, 1994. – 288 с.
8. Полякова Л. Зачем инженеру иностранный язык? (Анализ профессиональных стандартов) [Електронний ресурс] / Полякова Л. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23067> – Загл. з екрана

*Н.Л. Дробышева, кандидат филологических наук
(Национальный авиационный университет, Украина)*

Категориальные аспекты структуры специальной лексики

Рассмотрены отдельные аспекты явления категоризации в области авиационной терминологии и использование их для решения ряда дидактических задач.

С утверждением когнитивной парадигмы термин стал рассматриваться как когнитивно-коммуникативная единица языка, как результат вербализации специального концепта, включающего в себя результаты категоризации и концептуализации знания.

При этом терминосистема, репрезентируя специальную концептосферу (профессиональную картину мира предметной области), представляет собой упорядоченную совокупность терминов и формируется как сложная сетка знаний (когнитивно-логическая модель) области знания.

Категории – это особый основной формат знаний, поскольку все знания о мире хранятся в нашем сознании в категориальной форме и все входящие в картину мира объекты категоризированы, упорядочены, а потому человек воспринимает мир в таксономической «обработке» [1].

В философии категории – это общие фундаментальные понятия, отражающие наиболее существенные закономерные свойства действительности и сознания.

В когнитивистике категории рассматриваются как особый формат знания – объединение объектов в классы на основе общего концепта. При этом различают базовые категории, как наиболее важные в процессах освоения мира, частотные, доступные, непосредственно связанные с перцептивным (визуальным и др.) опытом. Базовые категории занимают промежуточное положение между абстрактными таксономиями и конкретными.

Термин как лексическая единица и стоящее за ним понятие имплицитно все многообразие лексикосистемных и ассоциативных связей, базирующихся на экстралингвистических факторах.

Количество типов отношений и связей между понятиями теоретически не ограничено каким-либо замкнутым списком [2].

В рамках лингвистической, логической и собственно терминологической теории термина удастся выявлять и фиксировать логико-понятийные структуры научно-технических терминологий и их системные организации разных областей знаний и деятельности.

В практическом учебном дискурсе особо выделяются родовидовые (гипонимические) и партитивные (логико-семантические) отношения часть – целое, поскольку они играют важную роль в определении и классифицировании понятий.

Родовидовые отношения выражают связь между более общим понятием высшего уровня и более узким, подчиненным понятием низшего

уровня. Более узкое видовое понятие включает в себя все признаки более широкого родового понятия и по крайней мере еще один дополнительный признак.

Таким образом, объект, соответствующий видовому понятию, является разновидностью объекта, обозначенного родовым понятием. При этом решается дидактическая задача – обучить студентов самостоятельно конструировать краткие родовидовые определения любого отраслевого термина. Кроме того, решается задача установления объема специального понятия и его места в системе понятий (терминосистеме). Знания родовидовых отношений необходимы для построения логически правильных высказываний на изучаемом языке. В мыслительных процессах движение по линии от гипонима к гиперониму сокращает «область неопределенности».

Партитивные отношения устанавливают связь между целым и его частями. Данные отношения стабильные и практически не зависят от контекста (*самолет и его основные части: крыло, фюзеляж, шасси, оперение, силовая установка*).

К функциональным отношениям относят отношения временного следования, причинности, типа материал – продукт. Эти отношения относят к иерархическим. Выделение функциональных отношений полезно с точки зрения прагматики для правильного понимания причинно-следственных связей.

В терминологии категориальное членение специальной лексики, разработанное терминологами, включает в себя следующие категории: предметы, процессы, состояния, решения, свойства, величины, единицы измерения, науки и отрасли, профессии и занятия.

В понятийно-предметной сфере авиации категория предметов представлена многочисленной совокупностью объектов, а те, в свою очередь, сгруппированы в категории, образующие категориальный уровень категоризации объектов отрасли на базе универсальных категориальных понятий, способных выполнять когнитивную, систематизирующую и классифицирующую функции.

Вещества, материалы, изделия, устройства, приборы, аппараты, агрегаты, системы, установки, сооружения, машины, механизмы и др. выступают в качестве понятийных категорий, представляющих собой зафиксированное средствами языка понимание и осмысление специалистами определенного рода технических объектов отрасли. Данные лексические единицы характеризуются высокой степенью абстрактности и входят в группу общенаучных, общетехнических и межатраслевых терминов, проявляют в качестве основных свои конститутивные, ориентирующие и номинативные функции. Выполняя важную роль в структурировании понятийно-предметной сферы отрасли, термины-категории служат опорой профессионального мышления и деятельности и являются обязательным элементом научных и технических специальных текстов отрасли как книжной, так и разговорной разновидности. Объекты профессиональной понятийно-предметной сферы авиации воспринимаются и вербализируются специалистами в понятиях указанных терминов-категорий: *Самолет – летательный аппарат тяжелее*

воздуха, предназначенный для полета в атмосфере с помощью двигателей с неподвижным относительно других частей аппарата крылом. В терминологии авиации терминологические единицы – категории в качестве родовых понятий группируют классы объектов, объединенных общностью категориальных признаков, свойств, и конкретизируются посредством сочетания с другими лексическими единицами (летательный аппарат, энергетическая установка, радиолокационная система, самолетное оборудование).

Выводы

Целью образования является подготовка будущего специалиста к предстоящей деятельности в обществе, а содержание образования – освоение не только общих методов и форм профессиональной деятельности, но и приобретение профессиональной «двуязычной» языковой компетенции, которая опирается на явные профессиональные знания и знания об устройстве языка.

Список литературы

1. Кассирер Э. Философия символических форм: в 3-х т. – М.; СПб.: Университетская книга, 2002. – Т. 1. – 272 с.
2. Шелов С.Д. Определение терминов и понятийная структура терминологии. – СПб.: Изд-во С-Петербург. ун-та, 1998. – 236с.

*Н.С.Зелінська
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Розвиток компетентностей під час занять з іноземних мов у вищих навчальних закладах як запорука успіху майбутнього спеціаліста

Розглянуто новітні підходи до вивчення іноземних мов з точки зору студентоцентрованого підходу до навчання на заняттях у вищих навчальних закладах України. Розглянуто застосування кейс-методу для розвитку певних компетентностей під час практичних занять.

Приєднавшись до Болонського процесу у травні 2005 року, Україна офіційно визнала свою єдність з іншими європейськими державами щодо спільного освітнього простору.

Важливість даного кроку складно переоцінити: відкриваються кордони між державами, українська молодь, яка давно вже налаштована досить прогресивно, прагне отримувати достойну вищу освіту як в Україні так і за кордоном. Питання конкурентоспроможності українських дипломів тривалий час залишалось під великим сумнівом, оскільки наша вища школа є наступницею радянської системи освіти з її кваліфікаційними рівнями, назви яких просто не існують у інших країнах Європи та світу, як то кваліфікація «Спеціаліст», яка була успішно замінена на освітні рівні «Бакалавр» та «Магістр» згідно закону України «Про вищу освіту» від 1 липня 2014 року. [1]

Ми стоїмо на порозі величезних змін у галузі освіти, як вищої, так і середньої. Оновлення ступеневих освітніх програм передбачає зміщення акценту з «викладач-центрованих» на студентоцентровані, що є новим для традиційної української освітньої системи. На перше місце виходить набуття студентами певних компетентностей, які допоможуть їм стати успішними у професійній чи академічній сфері.

Компетентність – це якість, здатність, потенціал або навички, розвинуті студентом, та які належать студентові. Компетентності являють собою динамічне поєднання когнітивних та метакогнітивних навичок, демонстрацію знань і розуміння, міжособистісних, інтелектуальних та практичних навичок, етичних цінностей. Розвиток компетентностей є метою всіх освітніх програм. Компетентності формуються в усіх складових програми і оцінюються на різних етапах програми. Деякі компетентності є орієнтованими на предметну область (специфічними щодо галузі знань), в той час як інші є загальними (типовими для будь-якої ступеневої програми). [2]

Предбачається розроблення профілів програм(обсягом до 2 сторінок), що дозволить використовувати їх у тому числі і для суто практичних цілей, наприклад абітурієнти зможуть краще зорієнтуватись у виборі майбутньої спеціальності та навчального закладу, який готує спеціалістів певного напрямку.

Серед загальних компетентностей виділяють наступні: дослідницька здатність, робота в команді, управлінська здатність, вирішення проблем, креативність, комунікативні навички, передавання інформації.

Фахова компетентність описується у термінах певної предметної сфери. Це знання та вміння, які можна застосувати на практиці з дослідницькою метою.

Вивчення іноземної мови у вищому навчальному закладі базується на принципах неперервності та послідовності освітнього процесу. Тобто, обов'язково потрібно враховувати знання студентів, набуті у середній ланці освіти. Середня школа, у свою чергу, потребує докорінно іншого підходу до вивчення іноземних мов, зміщуючи акцент на комунікативний підхід не тільки на папері, але й на практиці. Як показує життя, тільки випускники спеціалізованих мовних шкіл можуть підтримати іншомовне спілкування на належному рівні. Стара школа, представниками якої, нажаль, можуть бути і молоді педагоги, все ще працює за шаблонами своїх наставників – кількість вправ на читання та переклад займає значний відсоток навчального часу.

Здатність ефективно спілкуватись, командна робота, уміння передати інформацію у доступній для співрозмовника формі – якості, які можливо успішно розвивати під час занять з іноземних мов. Мова як засіб спілкування надає неоціненні можливості для успішної комунікації з колегами, дозволяючи обмінюватись досвідом та успішно вирішувати виробничі задачі.

Перед викладачами іноземних мов сучасної вищої школи постає завдання не тільки і не стільки простої передачі знань як сукупності певних фактів та явищ, притаманних певній мові, а вміння навчити студентів користуватись отриманими знаннями, застосовуючи їх на практиці.

Кейс-метод посідає почесне місце серед вправ, націлених на розвиток комунікативних навичок майбутніх спеціалістів. Мета даного методу – створити для студентів ситуацію, яка потребуватиме негайного вирішення, що стимулює молодь до прийняття самостійних рішень. Метод кейсів (case study) набирає все більшої популярності серед прогресивних викладачів, оскільки він дозволяє актуалізувати наявні у студентів знання та вміння, застосувати їх на практиці, не вимагаючи при цьому значної матеріальної бази. Даний метод можна успішно використовувати в навчальних аудиторіях як обладнаних комп'ютерами з можливістю доступу до мережі Інтернет так і в звичайних класах з наявністю тільки одного комп'ютера без доступу до світової павутини.

Викладач має заздалегідь підготувати проблемне питання, підкріпивши його фактичними матеріалами. Наприклад, показ слайдів чи відеоматеріалів значною мірою допоможе створити умови, максимально наближені до реального життя. Завданням викладача є контроль наявності усіх необхідних вихідних даних для плідної дискусії, однак слід враховувати можливу переважаність матеріалів фактичними даними.

Також запорукою успішного застосування даного методу слід вважати багатоплановість поставленої задачі, її достатню складність та наявність декількох варіантів успішного вирішення проблеми. Розуміння складності та багатофункціональності майбутньої професійної діяльності буде досить цінним надбанням для студентів.

Залучення прикладів з професійного життя, наприклад, розгляд реальних авіаційних пригод, дозволяє зробити кейс-метод не просто ефективним інструментом в руках викладача, а також дає можливість майбутнім фахівцям у галузі авіації долучились до усвідомлення безперервності розвитку технологій,

метою яких є авіаційна безпека як найвища вимога до успішного функціонування цивільної авіації України та інших країн-членів Міжнародної організації цивільної авіації ІКАО. Персоніфікація випадків допомагає усвідомити значущість впливу людини на робоче середовище, безпеку діяльності тощо. Людський фактор визнано невід'ємним чинником, що впливає на безпеку польотів навіть у тих випадках, які на перший погляд пов'язують з технічними проблемами.

Серед ознак вдалого прикладу реальної ситуації є також врахування терміну давності події, оскільки наука та техніка не стоять на місці. Розв'язання певних задач може виявитись просто неактуальним для сучасного молодого спеціаліста.

Також студентам буде цікаво працювати з назвами відомих організацій, фірм-виробників та інше.

Важливим питанням до викладача має бути адаптація поставленої задачі та прикладів, які ілюструють її, до тих знань, які потребують актуалізації під час навчального заняття. Подальше обговорення можливих варіантів рішень, запропонованих учасниками дискусії, та висновки після обговорення дають студентами досвід практичного підходу до задач, які ставитиме перед ними саме життя на майбутньому робочому місці. [3]

Отже, сучасна вища школа України, долучившись до Європейського освітнього простору, переорієнтовує свій вектор з викладача як центральної фігури освітнього процесу на студента та роботодавця як замовників освітніх послуг. Вивчення іноземних мов у вищих освітніх закладах є невід'ємною складовою успіху майбутніх фахівців у різних галузях науки та техніки. Послідовність та неперервність освітнього процесу має передбачати вивчення іноземних мов на усіх рівнях отримання освіти. Оскільки університети здобули досить широкую автономність у керуванні освітнім процесом, розробку навчальних планів покладено на випускові кафедри цих освітніх закладів. Усвідомлення необхідності збільшення обсягу годин, потрібних для успішного опанування іншомовною комунікацією, є ознакою позитивних змін у системі вищої освіти взагалі та у суспільному житті в цілому. Знання іноземних мов відкриває кордони, знімає перепони у розумінні один одного, об'єднує та надихає людей до спільної праці.

Список літератури

1. Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://vnz.org.ua/zakonodavstvo/111-zakon-ukrayiny-pro-vyschu-osvitu>
2. Методичні рекомендації для розроблення профілів ступеневих програм, включаючи програмні компетентності та програмні результати навчання/ пер. з англ. Національного експерта з реформування вищої освіти Програми Еразмус+, д-ра техн. наук, проф. Ю.М. Рашкевича. – К., 2016. – 80 с.
3. Педагогіка вищої школи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу – <http://pidruchniki.com/18380828/pedagogika/mikrovikladannya>

Вимоги до знань, вмінь та навичок інженерів бакалаврів Hons у Великобританії

В контексті аналізу системи фахової підготовки авіаційних інженерів у ВНЗ Великобританії було проаналізовано комплекс знань, вмінь та навичок, необхідних інженеру з дипломом Бакалавр Hons у Великобританії відповідно до акредитованих навчальних програм.

Бакалаври Hons по закінченню навчання за відповідною акредитованою програмою набувають вміння застосовувати комплексне розуміння релевантної технічної дисципліни та математики до аналізу та розробки технологічних рішень з метою покращення загальної якості життя. Для цього конче необхідно інтегрувати власні знання з математики, науки, комп'ютерних методів, дизайну, економіки тощо для вирішення різноманітних, часто надскладних проблем в сфері своєї спеціалізації.

Для цього випускник бакалавр Hons за акредитованою програмою повинен опанувати такі комплекти знань вмінь та навичок.

Точні науки і математика:

Випускник інженер повинен знати та розуміти наукові принципи, що лежать в основі сучасних технологій та їх еволюцію, а також математику, особливо статистичні методи та інші засоби для аналізу та розв'язання проблеми. Крім того вимагається інтегроване знання інших інженерних спеціалізацій, пов'язаних з проблематикою власного фаху. [1]

Інженерний аналіз:

Дипломований інженер повинен вміти:

- розуміти головні інженерні принципи та застосовувати їх для аналізу ключових інженерних процесів;
- ідентифікувати, класифікувати та описати роботу систем та компонентів використовуючи аналітичні методи та техніку моделювання;
- використовувати кількісні та обчислювальні методи для вирішення інженерних проблем;
- розуміти на застосовувати інтегрований або системний підхід для вирішення інженерних питань.

Дизайн:

На цьому освітньо-кваліфікаційному рівні інженер повинен:

- бути в курсі потреб бізнесу, споживача або користувача, включаючи такі аспекти як більш широкий інженерний контекст, естетика та соціальний контекст;
- вміти досліджувати та визначати проблему, в тому числі й певні присутні обмеження технічного або екологічного характеру, беручи до уваги питання безпеки, ризиків, охорони здоров'я, етичності тощо, а також міжнародні стандарти та практики;

- вміти працювати з неповною інформацією, усвідомлюючи, що це може вплинути на кінцевий результат;
- використовувати просунуті навички розв'язання проблем, технічні знання для прийняття таких рішень, які б розв'язували всі аспекти проблеми, від виробництва до утилізації;
- чітко планування всього процесу, прораховуючи фактори, що впливатимуть на вартість та потенціальну цінову політику;
- вміти пояснювати свої ідеї аудиторії незалежно від ступені її технічної підготовки.

Економічні, правові, соціальні, етичні та екологічний контекст:

Випускники інженери повинні чітко усвідомлювати обмеження, що впливають на їхню роботу, включаючи:

- потребу в високому рівні професіоналізму та етичності;
- знання та розуміння економічного та соціального контексту інженерної діяльності;
- знання та розуміння маркетингових прийомів необхідні для успішного виконання інженерного завдання, включаючи керування проектами;
- усвідомлення юридичних вимог щодо інженерної діяльності, включаючи права на інтелектуальну власність, трудове законодавство, кодекс охорони праці і здоров'я, юридичну відповідальність на виробництві тощо;
- вміння усвідомлювати потенційні ризики різного характеру, знати ефективні техніки оцінювання та менеджменту ризиків. [2]

Інженерна практика:

Сюди включаємо такі знання, вміння та навички:

- розуміння контексту застосування знань та вмінь інженера;
- знання характеристик конкретних матеріалів, обладнання, процесів або продуктів;
- вміння застосувати відповідні лабораторні або практичні навички;
- вміння використовувати технічну літературу а також іншими джерелами інформації;
- знання актуальних юридичних та затверджених контрактом положень;
- розуміння відповідних загальноприйнятих в індустрії стандартів та практик;
- усвідомлення важливості контролю якості та постійного покращення продукту;
- вміння працювати в умовах технічної невизначеності;
- розуміння ролей всередині команди інженерів та вміння працювати в різних ролях всередині інженерної команди.

Додаткові загальні вміння:

Випускники інженери також повинні набути певні додаткові вміння та навички, які були б при нагоді в дуже різних ситуаціях, такі як:

- вміння застосовувати свої навички для вирішування проблем, спілкування, співпраці, знаходження інформації, ефективного використання загальних ІТ вмінь та навичок;
- вміння планувати самоосвіту в контексті концепції навчання протягом життя;

- вміння планувати власний робочий план та вносити туди зміни;
- вміння проявляти ініціативність та брати на себе відповідальність як член команди або її лідер. [3]

Вважаючи за доцільне порівняти кількість та якість комплексу професійних знань, вмінь на навичок інженера з дипломом Бакалавр та Бакалавр Hons, слід одразу виділити головні відмінності в їх професійній підготовці. Загалом Бакалавр Hons мусить знати та вміти більше, чому сприяє розширена програма підготовки з фаховими спецкурсами. В шести ключових компетенціях є багато спільних рис, таких як знання в професійній площині, комунікативні навички, правова та екологічна компетенції, вміння працювати в команді тощо.

В той же час «рядовий» Бакалавр позиціонується як інженер-виконавець, звичайний член команди, що професійно виконує свою роботу. Але ми бачимо, що Бакалавр Hons повинен більш глибоко оволодіти інженерною спеціальністю через інтегрований підхід, який зачіпає не тільки його ключову спеціальність, а й суміжні інженерні фахи. Також такий спеціаліст отримує підготовку не тільки з виконання певних завдань проєкту, але й навички керування ним, знання як бути лідером команди інженерів, вміння оцінювати ризики, працювати в умовах технічної невизначеності та користуватися різноманітними джерелами інформації. Все це робить інженера з дипломом Бакалавра Hons більш конкурентоспроможним на ринку праці, але в той же час потребує від фахівця подальшої підготовки для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня Магістр.

Список літератури

1. Accredited Course Search (ACAD) [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.engc.org.uk/education-skills/course-search/acad/>
2. Education & Skills [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.engc.org.uk/education-skills/>
3. Стандарт професійної інженерної компетенції для Великобританії. – Лондон : Інженерна Рада, 2016. – 40 с. – (Нормативні директивні правові документи)

Значення іноземної мови у підготовці майбутніх фахівців у сфері авіації

Англійська мова є робочою мовою міжнародного авіаційного співтовариства, авіафахівці повинні демонструвати знання, вміння і навички комунікації англійською мовою. На сучасному етапі професійної підготовки льотного складу однією з найактуальніших проблем є професійне спілкування англійською мовою в процесі виконання фахової діяльності.

Прагнення вищої школи України приєднатися до Європейського простору вищої освіти вимагає від навчальних закладів забезпечення відповідної якості освітніх послуг та складної і багатогранної перебудови системи освіти загалом. Призначенням вищої школи є підготовка спеціалістів, набуття студентами фахових знань, вмінь і навичок, необхідних їм у майбутньому для виконання професійних функцій і завдань, постійного кар'єрного зростання та самовдосконалення[1].

На сучасному етапі розвитку людства існування будь-якої цивілізованої країни неможливе без співпраці зі світовою спільнотою, що означає підвищення значення навчання іноземних мов майбутніх фахівців. Розширення міжнародних зв'язків України у різних галузях економіки, науки, освіти і культури призвело до значного зростання потреб у використанні іноземних мов і в нашій країні. Приєднання України до Болонського процесу і Європейської спільноти піднімає питання навчання іноземної мови на значно вищий рівень [2].

Знання англійської мови в авіації є одним з найважливіших аспектів для безпеки польотів.

З цією метою Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) встановила стандарти і норми, згідно з якими англійська мова визнана мовою авіації.

Англійська мова є робочою мовою міжнародного авіаційного співтовариства, отже, авіафахівці повинні демонструвати знання, вміння і навички комунікації англійською мовою [3].

Сучасний етап розвитку авіаційної галузі у світі та в нашій країні, зокрема приєднання України до міжнародного авіаційного простору й пов'язане з цим збільшення обсягу польотів, формулювання Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО) суворих вимог до фахівців галузі повітряних перевезень, зумовлюють потребу постійного вдосконалення процесу підготовки майбутніх пілотів до ведення радіообміну як запоруки формування належного рівня їхньої професійної культури та надійності професійної діяльності. Знання англійської мови для пілотів сьогодні є обов'язковою вимогою [1].

Останнім часом значно збільшилась кількість постійних і чартерних пасажирських перевезень за кордон. У той же час збільшуються вимоги Міжнародної Організації Цивільної Авіації до володіння англійською мовою

пілотами, що є обов'язковою умовою для польотів на міжнародних трасах. За даних умов ведення пілотом радіообміну на англійській мові викликає певні труднощі, тому що вимагає кваліфікованого знання цієї мови, ніж встановлено вимогами. Аналіз авіаційних катастроф і подій свідчить, що стандартизована англомовна фразеологія радіообміну недостатня для забезпечення безпеки польотів.

Аналіз літературних джерел показує, що головну увагу в льотних ВНЗ приділяють вивченню загальної англійської мови та стандартизованій фразеології радіообміну. Багато проблемних питань юридичного аспекту, безпеки польотів, поглиблених знань, навичок і вмінь з англійської мови при розгляді авіаційних подій та інцидентів, пов'язаних з використанням повітряного простору і аеродромно-технічної бази інших держав, науково не обґрунтовані і практично не досліджуються.

Першочерговою проблемою є формування у майбутніх пілотів спеціальних технічних знань, навичок і вмінь на англійській мові з проблем аеродинаміки, льотної експлуатації, повітряної навігації, повітряних перевезень тощо. Відповідно, виникає необхідність наукового обґрунтування та розроблення методики формування знань з технічної авіаційної англійської мови, фундаментом для вивчення яких мають бути спеціальні технічні дисципліни.

Якщо уявити, що пілот буде володіти технічними термінами та поняттями на англійській мові з професійно важливих технічних дисциплін, то в екстремальних ситуаціях, при відмові пілотажно-навігаційних систем літака у нього буде існувати реальна можливість доповісти про те, що сталося, оцінити ситуацію з точки зору фахівця, який володіє спеціальними технічними дисциплінами, прийняти й реалізувати оптимальне рішення [4].

Радіообмін та спілкування на міжнародних авіалініях відбуваються англійською мовою, що є однією з шести офіційних мов ICAO (французької, іспанської, англійської, російської, арабської, китайської). Цей вибір зумовлений дослідженнями Аерокосмічної лінгвістичної організації (AerospaceLinguisticFoundation) стосовно оптимального вибору мови авіації, що передбачали зіставлення 18 мов. Відповідно до цього дослідження, англійська мова – найбільш оптимальна для ведення радіообміну між екіпажем і диспетчером.

На сучасному етапі професійної підготовки льотного складу однією з найактуальніших проблем є професійне спілкування англійською мовою в процесі виконання фахової діяльності. Важливий аспект професійного спілкування майбутнього пілота – рівень знань із професійно орієнтованої англійської мови. Для фахового становлення майбутнього пілота в процесі навчання професійно орієнтованої англійської мови потрібне формування вмінь перекладу, розуміння фахової літератури та навичок спілкування професійноорієнтованою англійською мовою в ситуаціях фахового характеру. Завданням професійної освіти стає формування не тільки фахових знань, умінь та навичок, а й орієнтації на подальше підвищення професійної компетенції, розвиток умінь спілкуватися для розв'язання фахових завдань. Професійне спілкування англійською мовою, що є одним зі складників безпеки польотів і

професійної підготовки пілота, пронизує всю льотну діяльність, часто впливаючи на її успіх або на невдачу.

Від того, наскільки ефективно вміє спілкуватися пілот

із диспетчером та іншими членами екіпажу, наскільки він володіє технікою спілкування, певною мірою залежить безпека польоту, а також життя пасажирів. У процесі професійного спілкування пілоти постають перед безліччю непередбачуваних ситуацій, у яких потрібно по-новому виконувати завдання взаємодії та взаєморозуміння. Розв'язати такі проблеми за усталеним алгоритмом неможливо, хоч знання традиційних підходів до виконання професійних завдань, звичайно, сприяє подоланню труднощів [5].

Висновки

Отже, хочемо наголосити на тому, що авіаційна англійська мова дуже важлива у міжнародному авіаційному співтоваристві. Необхідними умовами для ефективного формування мотивації до професійного вивчення англійської мови в майбутніх фахівців у сфері авіації, зокрема: вивчення професійно орієнтованої англійської мови; упровадження у навчальний процес інтерактивних методів та форм навчання в процесі діалогічної взаємодії для обміну професійною інформацією та професійна спрямованість навчального матеріалу.

Список літератури

1. Токарь Є. Б. Тестовий контроль з англійської мови в управлінні якістю підготовки майбутніх пілотів до ведення радіообміну. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ps.kspu.edu/index.php/ps/article/view/156/140>
2. Асоянц П.Г., Тищенко М.А. Деякі аспекти навчання майбутніх інженерів-радіотехніків англійської мови для професійного спілкування з використанням новітніх освітніх технологій // Теоретичні питання культури, освіти та виховання. Збірник наукових праць. – Вип. 48, КНЛУ, 2013. – С. 96-101
3. Центр подготовки и сертификации авиационного персонала. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.xn--80a3abgx.xn--p1ai/learning-a-language>
4. Асріян В. Л. Формування спеціальних умінь у майбутніх пілотів міжнародних авіаліній на основі міжпредметних зв'язків технічних дисциплін. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук, спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни). – Харків, 2007. – 18 С.
5. Москаленко О. І. Формування мотивації до професійного спілкування у майбутніх пілотів міжнародних авіаліній у процесі вивчення фахових дисциплін. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук, спец. 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. – Кіровоград – 2011. – 246 с.

*К.В. Суркова, к.пед.н., М.С. Ломакина, к.пед.н.
(Кіровоградська льотна академія
Національного авіаційного університету, Україна)*

Кібернетичний підхід до мовної підготовки майбутніх авіадиспетчерів

Розглянуто основні напрямки кібернетичного підходу до мовної підготовки майбутніх авіадиспетчерів. Розроблено автоматизовану навчальну систему з радіообміну, яка призначена для оптимізації процесу професійної підготовки майбутніх авіадиспетчерів, а також автоматизації процесу управління пізнавальною діяльністю курсантів.

Аналіз статистичних даних авіаційних подій при взаємодії екіпажу та авіадиспетчерів виявив основні причини їх виникнення, серед яких: порушення технології роботи авіадиспетчера. Вагомим чинником при цьому є порушення фразеології радіообміну англійською мовою між диспетчером управління повітряним рухом (УПР) і екіпажем повітряного судна, що веде до зниження рівня безпеки польотів, особливо в екстремальних умовах польоту. Тобто проблема надійності ведення радіообміну англійською мовою безсумнівно має актуальний характер та підлягає вирішенню з точки зору вдосконалення засобів професійної підготовки.

Пошук шляхів вирішення проблеми надійності ведення радіообміну англійською мовою проводився багатьма науковцями. Це дослідження Р.М. Макарова, В.В. Півень, С.В. Щербини, Г.С. Пашенко, Є.В. Кміти, Т.В. Тарнавської, В.Л. Асріян та ін. Зазначені наукові дослідження доводять важливість і свідчать про певні здобутки в розкритті проблеми, але, на наш погляд, не розроблено та необґрунтовано аспект використання засобів навчання, заснованих на сучасній комп'ютерній техніці. Доцільність розробки такого аспекту зумовлена сучасними вимогами як до професійної діяльності, так і до навчання авіадиспетчерів, а також ефективністю використання електронних засобів навчання (ЕЗН) в підготовці фахівців різного профілю, що доведено багатьма науковцями.

Створення комп'ютерних технологій навчання стало можливим завдяки науковим дослідженням, проведеним в області теорії і практики інформатизації освіти (В.Н. Агєєв, В.П. Безпалько, В.Ю. Биков, Т.Н. Гергей, Ю.Г. Древе, М.І. Жалдак, А.П. Новицький, І.В. Роберт, А.В. Соловов та ін.).

Як було виявлено під час дослідження, ЕЗН допомагають підтримати пізнавальні процеси, покращують наочність навчального матеріалу, роблять його більш доступним, забезпечують найбільш повну інформацію про явище, що вивчається, інтенсифікують самостійну роботу і дозволяють вести її в індивідуальному темпі. При розробці таких засобів необхідно враховувати положення кібернетичного підходу до організації навчального середовища.

Зміст і сутність кібернетичного трактування дидактичних процесів, аналіз структури та змісту навчання з позицій кібернетики, поширення принципів кібернетики та теорії інформації в різні рівні освіти досліджено в

працях науковців Л.Б. Ітельсона, С.І. Архангельського, Н.Ф. Тализіної, В.П. Беспалько, В.С. Фірстова, Є.І. Машбіца, І.В. Роберт та ін. Цілеспрямованість та інформаційна сутність дидактичних процесів визначають об'єктивний зв'язок між кібернетикою і педагогікою. Цей зв'язок реалізується на основі теорії інформації і кібернетики, спираючись на універсальні інформаційні принципи управління процесами будь-якої природи, включаючи процеси навчання.

З погляду нового напрямку педагогічної науки – кібернетичної педагогіки [1] основними завданнями є:

1. Аналіз педагогічної системи з погляду зв'язків управління та інформаційних потоків, якими обмінюються керуюча і керована підсистеми.

2. Оптимізація процесу навчання, знаходження таких форм і методів організації навчального процесу, при яких функціонування системи освіти було б найбільш ефективним, тобто при найменших витратах приносило б максимальну користь.

3. Практичне використання електронних пристроїв та автоматизованих навчальних систем для управління процесом навчання і тестування; програмоване навчання.

У загальному випадку кібернетичне управління вимагає його застосування на основі наступних принципів: зазначення мети управління; формулювання критеріїв оцінки досягнення поставленої мети; встановлення вихідних станів керованої системи; вироблення програми впливу, що передбачає основні перехідні стани системи, зумовлені специфікою керованого процесу, метою управління та вихідним станом системи; накопичення та обробки відомостей по вибраній системі параметрів, що характеризують стан системи в кожен момент управління (зворотний зв'язок); вироблення коригувальних впливів за результатами обробки інформації, отриманої по каналу зворотного зв'язку; реалізації коригувальних впливів.

Нааявність зворотного зв'язку є основою якісного управління навчальним процесом. Саме по каналу зворотного зв'язку передається інформація про стан керованої системи. Таким чином, створюються сприятливі умови для здійснення контрольно-коригувальних дій викладача і кращого засвоєння інформації для студента. Особливо значимий зворотний зв'язок при реалізації замкнутого типу управління, який передбачає безперервний аналіз і діагностику основних характеристик навчання на кожному етапі.

Концептуальні положення кібернетичного підходу реалізовані в розробленій автоматизованій навчальній системі (АНС) з радіообміну (р/о), яка є комп'ютерною ергатичною системою, що призначена для оптимізації процесу професійної підготовки з використанням засобів інформаційних та комунікаційних технологій, а також автоматизації процесів зворотного зв'язку і управління на її основі пізнавальною діяльністю курсантів.

При розробці АНС з р/о були враховані вимоги загальної теорії керування, а саме:

- 1) визначено мету навчання;
- 2) встановлено вихідний стан керованого процесу (навчальна

діяльність курсантів);

3) визначено програму дій, яка передбачає основні перехідні стани процесу навчання;

4) забезпечено систематичний зворотний зв'язок «викладач-курсант» і «курсант-викладач» в процесі навчання;

5) забезпечено переробку даних зворотного зв'язку і на їх основі вироблено коректуючий вплив на процес навчання.

Процес підготовки розглядається як складна динамічна система, що управляється на основі прямого і зворотного зв'язку між керуючою підсистемою АНС з р/о і керованою підсистемою (курсант).

При цьому до функцій АНС з р/о відносяться: подання навчальної інформації, оцінювання результатів навчальної діяльності, забезпечення зворотного зв'язку, корекція помилок, стимулювання діяльності керованої підсистеми. Все це, в свою чергу, забезпечує управлінський вплив. Основними функціями керованої підсистеми (курсантів) є сприйняття і переробка інформації, виконання відповідних вправ, опрацювання теоретичних матеріалів з радіообміну, реалізація коригувальних заходів на основі аналізу результатів зворотного зв'язку, самоконтроль і просування по освітній траєкторії. Дуже важливим при цьому є забезпечення систематичного зворотного зв'язку, який є основою якісного управління навчальним процесом. Саме по каналу зворотного зв'язку передається інформація про стан керованої підсистеми.

Щоб забезпечити цілісність системи контролю, його здійснено в три етапи:

1) одержано від усіх курсантів вихідні відомості про їхні фактичні знання, уміння і навички (виявлено рівень досягнень);

2) порівняно вихідні дані з еталонною відповіддю і визначено розбіжності між ними;

3) досягнуто усунення розбіжності між курсантськими і еталонними відповідями за допомогою роз'яснень помилок, зміни траєкторії навчання.

Здійснення цих трьох етапів реалізує принцип замкнутості зворотного зв'язку, що забезпечує безперервний аналіз і діагностику основних характеристик навчання.

В рамках кібернетичного підходу до навчання Н.Ф. Талізін [2], виділяє три типи корекції існуючого стану системи:

1) реагування на очікувані зміни ситуації (в цьому випадку за непрямыми ознаками передбачуються шкідливі впливи і відповідно до їх характеру проводиться перебудова програми);

2) реагування на зміни в ситуації, які вже з'явилися, але ще не встигли негативно вплинути на запланований стан системи (корекція програми здійснюється відповідно до змінених умов роботи системи);

3) реагування на помилки (тут мають місце відхилення в ході процесу під впливом тих чи інших шкідливих впливів на нього, а корекція здійснюється відповідно з характером відхилень на підставі аналізу помилок).

В АНС з р/о реалізовано третій тип корекції. З метою впровадження такого типу корекції, а також визначення змісту корекції було проведено

значну роботу зі систематизації типових помилок курсантів спеціалізації УПР при веденні радіообміну на тренажері обслуговування повітряного руху.

Висновки

Таким чином, в автоматизованій навчальній системі з радіообміну реалізовані основні положення кібернетичного підходу до організації навчального середовища. Автоматизована навчальна система з радіообміну являється засобом навчання, який надає можливість курсантам брати активну участь у [процесі](#) професійної підготовки, привчатися самостійно мислити та приймати рішення, забезпечує самоконтроль та самокорекцію, інтенсифікують самостійну роботу і дозволяють вести її в індивідуальному темпі.

Список літератури

1. Майер Р.В. Кибернетическая педагогика: Имитационное моделирование процесса обучения / Майер Р.В. – Глазов: ГГПИ, 2013. – 138 с.
2. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н. Ф. Талызина. – М. : МГУ, 1975. – 343 с.

Л.С.Немлій, к.п.н.,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Технологія реалізації структурно-комплексної моделі формування педагогічної компетентності майбутнього диспетчера-інструктора управління повітряним рухом

Ефективність структурно-комплексної моделі формування педагогічної компетентності майбутнього диспетчера-інструктора УПР залежить від способу її реалізації. Інтеграція новітніх технологій навчання дозволяє досягти бажаних результатів – оптимізації формування педагогічної компетентності майбутніх диспетчерів-інструкторів УПР.

Новітньою педагогічною технологією широко застосовуваною сьогодні є технологія особистісно орієнтованого навчання, інтерактивна технологія та технологія модульного навчання. Саме тому досягнення мети нашого дослідження буде здійснюватися через інтеграцію вищезгаданих технологій у навчальний процес під час фахової підготовки майбутнього диспетчера-інструктора УПР для формування його педагогічної компетентності.

Технології навчання – це сукупність прийомів і засобів, спрямованих на чітку й ефективну організацію навчальних процесів [2], та головним елементом у будь-якій технології навчання є планування кінцевого результату і ефективність його досягнення [5].

В основу новітніх технологій навчання покладено чітку ідею про ефективність організації навчального процесу. Традиційному навчанню характерна нечітко визначена мета, слабо розвинута навчально-пізнавальна діяльність, невизначеність пізнавальних операцій, відсутній зворотній зв'язок і присутня суб'єктивність оцінювання результатів навчання [10].

Впровадження новітніх технологій у навчальний процес приносить позитивний результат: підвищує мотивацію студентів до навчання, сприяє формуванню необхідних професійних навичок та вмінь [6]. Сучасні освітні технології передбачають організацію навчального процесу так, щоб була можливість передачі особливостей певного фаху, організації практичної підготовки цих фахівців, які здобуватимуть не тільки знання, а уміння та навички [6].

Крім того, упровадження новітніх технологій забезпечує ефективність управління пізнавальною діяльністю слухачів, через такі методи навчання як проблемні ситуації, дискусії, диспути, ділові ігри, «мозковий штурм» [10].

Отже, щоб забезпечити формування педагогічної компетентності майбутніх диспетчерів-інструкторів УПР необхідно визначитись з педагогічною технологією яка ввійде в основу організації навчального процесу майбутніх диспетчерів-інструкторів УПР у процесі їх фахової підготовки.

На сучасному етапі й завжди педагогічна технологія досліджується, постійно вдосконалюється та змінюється. Вона становить накопичення досягнень педагогічної науки і практики, комбінацію традиційних методів

навчання і новітніх, тих, що ефективність впровадження було доведено, обґрунтовано й перевірено. Перш за все, сучасна педагогічна технологія характеризується особистісною орієнтацією організації навчального процесу, інтерактивністю, оригінальністю, креативністю.

Кожна педагогічна технологія має свої процесуальні характеристики (мотиваційну, управлінську), а також має програмно-методичне забезпечення (навчальні плани, програми, методичні посібники, дидактичні матеріали, наочні технічні засоби навчання) [6, 10].

Опрацювання та аналіз науково-педагогічної літератури доводить існування різних педагогічних технологій, технологій навчальних та методів навчання що використовуються для забезпечення ефективності підготовки педагогічних кадрів.

Наприклад, у науковому дослідженні П.М. Оніпченко [7] зазначено, що організація педагогічної підготовки інструкторів має проходити такі етапи: мотиваційно-цільовий, організаційно-діяльнісний і контрольньо-оцінний з відповідним змістом діяльності викладача й майбутнього інструктора на кожному з названих етапів. Взаємозв'язок визначених етапів організації педагогічної підготовки, вважає дослідник, сприяє формуванню психологічної, теоретичної і практичної підготовки майбутніх фахівців до здійснення педагогічної діяльності [7].

Формування педагогічної компетентності майбутнього диспетчера-інструктора УПР під час професійної підготовки можливе за рахунок системного й систематичного використання технологій, що дозволяють:

- ✓ ознайомити студентів із їх майбутньою педагогічною діяльністю;
- ✓ сформувати чіткі мотиви і цілі до здійснення педагогічної діяльності;
- ✓ сформувати знання про специфіку педагогічної діяльності;
- ✓ сформувати вміння студентів застосовувати сучасні педагогічні технології для організації навчального процесу;
- ✓ сформувати вміння встановлювати міжособистісні зв'язки;
- ✓ сформувати вміння управляти навчальним процесом теоретичної, практичної та тренажерної підготовки;
- ✓ розвинути такі якості, як розуміння, справедливність, щирість, толерантність, творчість, відповідальність, готовність до співпереживання, співпраці;

✓ сформувати вміння оцінювати власний рівень педагогічної компетентності.

До ефективних технологій навчання із точки зору оптимізації процесу формування педагогічної компетентності майбутнього диспетчера-інструктора УПР ми відносимо технологію модульного навчання, технологію особистісно орієнтованого навчання та інтерактивну технологію навчання.

Одним із головних завдань технології модульного навчання є формування навичок самоосвіти. Для формування педагогічної компетентності диспетчера-інструктора УПР цей факт важливий. Їм доведеться продовжувати навчання і здійснювати самопідготовку впродовж педагогічної діяльності тому, що закони, правила відносно управління повітряним рухом постійно вдосконалюються й змінюються. Диспетчер-інструктор УПР повинен складати навчальні та робочі плани, розробляти заняття та застосовувати набуті навички самоосвіти на практиці [11].

Модуль – це самостійна частина навчального процесу, яка складає одну або кілька близьких за змістом тем програмного матеріалу. Модульне навчання дає можливість розділити програмовий матеріал на міні-блоки [1], спланувати різні види занять, спрямувати їх на особистісно орієнтоване навчання, враховуючи індивідуальний підхід та самостійність засвоєння програмового матеріалу.

Зокрема, І.М. Романюк [8] проводить порівняння традиційної та модульної систем навчання, де останню визнає більш чіткою у формулюванні мети педагогічної діяльності при вивченні певної дисципліни та при виконанні поточних завдань. Науковець бачить можливість застосування «гнучких» модулів. Це дає можливість індивідуалізувати навчальний процес. Розуміємо, що модульне навчання дає можливість проведення систематичного контролю засвоєння матеріалу протягом модуля та здійснення кінцевого контролю. Це дає можливість уникнути іспиту, якщо результати поточного контролю задовольняють особистість.

Висновки

Здійснивши аналіз технології модульного навчання, можемо констатувати, що вона сприяє розвитку особистісних якостей не тільки завдяки змісту, методам, формам організації навчального процесу, а й через специфічну форму впливу на психологічне зростання особистості [2]. Усі аспекти модульного навчання стимулюють розвиток кожної індивідуальності.

Модульне навчання як одну з найбільш ефективних педагогічних технологій ми обираємо за основу формування педагогічної компетентності диспетчера-інструктора УПР. Підставу для такого вибору нам дали дослідження науковців [1, 2, 3, 4, 7, 12] які вважають його сучасним та ефективним.

Список літератури

1. Буцик І.М. Методика підготовки диспетчерів-інструкторів служби повітряного руху до педагогічної діяльності в умовах модульної технології: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Іван Михайлович Буцик. – Х., 2005. – 215 с.
2. Вітвицька С.С. Основи педагогіки вищої школи: Методичний посібник для студентів магістратури / С.С. Вітвицька – К. : Центр методичної літератури, 2003. – 316 с.
3. Вітвицька С.С. Практикум з педагогіки вищої школи: [Навчальний посібник за модульно-рейтинговою системою навчання для студентів магістратури] / С.С. Вітвицька – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 396 с.

N. Pazyura
Doctor of pedagogical science
(National Aviation University, Ukraine)

Materials for Teaching Languages for Specific Purposes

Teaching materials in languages for specific purposes have evolved in the last few years dramatically. The Internet currently plays a significant role in such development and has permitted both a wider range of resources and its free availability almost anywhere in the World. This paper presents a selection of different types of recent materials for English for Specific Purposes. It approaches how materials should shape the student's own learning, how materials should be selected according to the different skills. The final goal of this paper is to provide the readers with valuable tools that can enhance their teaching through accessible means.

Language for Specific Purposes (LSP) can be defined as the teaching of a language as a second or foreign language for certain groups of students to whom the syllabus, tasks and methodology is especially tailored to their interests and needs. In this sense, the needs and subjects would shape the materials of the different categories of LSP (i.e. English for business, English for maritime studies, and so on). Overall, materials for LSP can be divided into three main branches: science and technology, business and economics, and social sciences and the humanities. However, this categorisation is flexible and certainly adaptable to different students' groups.

Most authors in the field of materials design agree that the main feature of LSP is the account of the centrality of the learner's needs analysis. Methodologies and materials are usually adapted to particular groups of learners, and to each learner's needs. In this sense, student's needs can be understood as the language knowledge that the learner requires for professional development, the language and content knowledge that needs to be added or incorporated to the learner's knowledge and the learner's desires of language or content. As a consequence, different target audiences may lead to the development and use of a variety of teaching materials emphasizing different instructional techniques and teaching approaches such as lexical, communicative, task based or problem solving.

Therefore, there are three main factors that need to be addressed when designing LSP materials: the criteria for implementing or modifying materials, the subjective criteria on what teachers and students want from that material, and the objective criteria which is what the material really offers. As a consequence, some of the factors that shape the kind of materials used in LSP are: 1) topic or specialty 2) learners' situation 3) general and specific proficiency in the language of study at entry and exit levels 4) the students' previous educational and cultural experience 5) types of skills to be developed (whether reading or writing or speaking or listening) 6) expected outcomes of learning goals. Materials usually include textbooks, audio supported materials, computer software, Internet resources and visual aids. We can define positive trends in materials development as those that lead to self

‘discovering the language, using corpora for their development, use extensive reading, personalize the process and experience spoken grammar in use’ [3, c. 8].

Another factor that LSP materials users and designers need to consider is relation to the continuum of choosing-adapting-developing materials. The most relevant linguistic aspects to LSP are lexical items, language forms, and a topic for conversations while trying to integrate all four skills with authentic texts and audiovisual media. Indeed, authentic materials need to introduce information in shape of accessible input that is not specifically aimed to EFL learners but current specialists or apprentices of certain fields (such as medicine, engineering or others). These aspects should relate to the students’ experience and background, and include non linguistic aspects and background information considering the students’ capacity for analysis and synthesis both for the topic and the language. The challenge resides in accounting for these aspects while making materials appropriate for communication, adequate to the students, and, whenever possible; include tasks that can be useful for the students’ professional careers [1]. According to some authors, ‘the language and content focused are drawn from the input in order to do the task’. K. Harding summarizes these recommendations in just three simple tips:

“Use contexts, texts and situations from the students’ subject area. Whether they are real or simulated, they will naturally involve the language the students need. Exploit authentic materials that students use in their specialism or vocation – and don’t be put off by the fact that it may not look like ‘normal English’.

Make the tasks authentic as well as the texts. Get the students doing things with the material that they actually need to do in their work” [2]. Besides, students should find the materials challenging, interesting and “usable” to call their attention and motivate them to learn through their interaction, which is one of the principles of social constructivist approach to language learning and more specifically in computer assisted language learning [1].

Consequently, LSP materials should have rich input and include the language structures and content information to make tasks as realistic for the learners’ language goals as possible. Whenever possible, materials should aim to be used in the students’ profession in the form of manuals, listening activities, web quests, or websites which may come from books or internet resources currently used in the profession. When real materials are not available, adaptations and simplifications by eliminating dense contents are desirable to make texts ‘semi-authentic’. These changes can be done by slightly modifying the style, register and vocabulary. As suggested, today the internet offers a variety of sources and materials that can be used to address the four skills in the teaching of LSP. Teachers may find specialized websites, podcasts and many other internet resources that can provide them with audiovisual prompts and content to enrich, adapt and develop materials for their courses.

It seems difficult to foresee the future of materials in ESP. Certainly, the Internet and social networking sites can be seen as facilitating tools that still need to be explored. Learning in virtual worlds as simulators of LSP contexts is an attractive approach to training in real contexts. Presently, the Internet is seen as a vehicle promoting worldwide accessibility of LSP and, more important too, it might be able

to facilitate knowledge delivery in places where limited funds may make it otherwise difficult.

References

1. García Laborda, J. (2009). Using Webquests for Oral Communication in English as a Foreign Language for Tourism Studies, *Educational Technology & Society*, 12(1). – 165 p.
2. Harding, K. (2007) *English for Specific Purposes*. Oxford: Oxford University Press. – 14 p.
3. Tomlinson, B. (Ed.) (2008). *English Language Teaching Materials*. London: Continuum. – 113 p.

L.A. Snigur
(National Shipbuilding University, Ukraine)

English as the International Language of Science

The article deals with the problem of English as the International Language of Science and takes into consideration its advantages and disadvantages. Some scientists points of view are presented and discussed.

The global spread of English over last 50 years is remarkable. It is unprecedented in several ways by the increasing number of uses of the language; by its depth of penetration into societies; by its range of functions. Worldwide over 1.4 billion people live in countries where English has official status: eighty-three (83) countries of the world have English as their official language and it is spoken in other one hundred and four (104) countries as either second or foreign language.

The dominance of English as the International Language of Scientific Publication (EILSP) in practically every academic field is now widely recognized (1, 2, 3, 4, 5, 6). 98% of all scientific articles published today are in English and 80% of information stored on computers is in English but up till now, the world Scientist Association has not officially declared the language as the official language of science. Moreover International awards, meetings and activities in the field of science and technology are carried out in English language, international associations perform their activities using English language as the medium of communication (The International Society for the Psychology of Science, The International Society for the History, Philosophy and Society for Literature, Science and the Arts (SLSA), The International Society for Psychology of Science and Technology (ISPST) and etc.). The international associations recommend that cross national and international researches should be conducted in English language.

The adoption of a de facto universal language of science has had an extraordinary effect on scientific communication: by learning a single language, scientists around the world gain access to the vast scientific literature and can communicate with other scientists anywhere in the world. However, the use of English as the universal scientific language creates distinct challenges for those who are not native speakers of English. It seems evident that native speakers of the relevant scientific language have less difficulty using it passively (in reading, oral understanding) and actively (in writing and speaking) than do non-native or foreign language speakers and, therefore, have advantages over latter in situations which require the use of English. It is easier for them to produce utterances and texts in line with the existing, native speaker norms. For scientists whose first language is not English, writing manuscripts and grants, preparing oral presentations, and communicating directly with other scientists in English is much more challenging than it is for native speakers of English. These difficulties extend beyond the individual scientist and scholar to publishing companies or even firms for which science and scientific communication are economically essential in countries where English is not the native or at least an official language.

Nevertheless English has indisputably established itself as the scientific lingua franca. There are both advantages and disadvantages to the adoption of English as the international language of science (EILS). The advantages are more often assumed than stated (6), more or less English has been adopted as a communicative tool through which scientific research can be disseminated in a maximally efficient and effective manner between academics who do not share a common language.

The disadvantages are that English remains, in many respects, a vehicle for British/US hegemony and it cannot be ignored. The foremost negative consequences of EILS can experienced by non-native English speaking researchers occur on at least two levels. These are: linguistic and geopolitical.

Linguistic level

“Non-native speakers of English are handicapped in all areas of competence and discourse”: even if a researcher has attained a high level of English proficiency, s/he is still at a disadvantage in comparison to her/his native speaking colleagues, who are generally able to search, read and write faster than non-natives, freeing up more time for the research itself. Other linguistic disadvantages of include: less facility of expression, less rich vocabulary in common, technical and academic registers, less capacity for argumentation, and etc.

Geopolitical level

Despite the fact of broaden mind borders non-native English speaking researchers change their cognitive perception as they are included in other culture and mental field in most cases more prosperous countries. They struggle not only with the economic challenges of getting subscriptions to top journals, lack of access to the latest journals, participating in international scientific publication but also the lack of their researches budgeting. This dearth of up-to-date publications isolates these academics from their international disciplinary communities and greatly reduces their chances of publication. Many researchers working in peripheral countries are also doing so without easy access to computers, printers, photocopiers, fax machines, and the Internet. So the postage is necessary to submit articles internationally which is not under the requirements of present day information speed rate.

Through this double-bind of linguistic and geopolitical disadvantage, these researchers are tend to be “off-networked” from their international disciplinary communities which can cause serious negative consequences for the international scientific community. The foremost negative consequences of EILS as experiences by the international scientific community occur on at least two levels. These are: local and global.

Local level

When a researcher’s career depends on her/his ability to attain publication credits in the high-status English-medium journals listed in the major citation indices, this increasingly means putting local (mainly language) interests aside. As a result many languages are tend to lose scientific and technical domains, as new developments result in new jargon, and new jargon is increasingly being coined in English.

Another consequence at the local level relates to the research itself. To increase chances of publication, local issues most in need of study are often eschewed in favour of issues that hold more interest for the international scientific community (4). These researchers have found that to focus specifically on applications at the local level would be to risk accusations of “parochialism” or “provincialism”.

Global level

The importance of the research can be overlooked only by the international community if it is available. In this case non-native speaker medium can be dropped in favour of an entirely English-medium publication.

With the above consequences in mind, we would like to take into consideration some ways how to minimize the effects of these consequences in order to exploit EILS to its fullest advantage. In this case we might occur on two levels: language-centered and person-centered. First deals with the possibility of establishing an international variety of EILS, what is called “Scientific Englishes”, which would not depend on English Science Language norms. Accordingly, none of the English-speaking countries individually, nor all of them together, should be allowed to dictate the norms of International English. Moreover, the international scientific community should put measures in place to support non native speakers through their linguistic challenges.

Conclusion

To sum up, we can state that the dominance of EILS in virtually every academic field is undisputed. As a communicative tool facilitating the dissemination of scientific research in a maximally efficient and effective manner on a global scale, the potential advantages of EILS are enormous. However, there are some disadvantages of EILS which can be taken into consideration.

References

1. Ammon, U. German or English? The problems of language choice experienced by German-speaking scientists”, in Nelde, P. (ed), *Plurilingua: Language Conflict and Minorities*. Bonn: Dümmler, 2000. - p.33 - 52.
2. Canagarajah, A.S. (1996) “‘Nondiscursive’ requirements in academic publishing, material resources of periphery scholars, and the politics of knowledge production”. *Written communication*, 13 (4) 1996. - p.435 - 72.
3. Casanave, C.P. (1998) “Transitions: the balancing act of bilingual academics”. *Journal of second language writing*, 7 (2), 1998. - p.175- 203.
4. Curry, M.J. and Lillis, T. (2004) “Multilingual scholars and the imperative to publish in English: negotiating interests, demands and rewards”. *TESOL quarterly*, 38 (4), 2004. - p. 663-88.
5. Flowerdew, J. “Writing for scholarly publication in English: the case of Hong Kong”. *Journal of second language writing*, 8 (2), 1999. - p.123 - 45.
6. Tardy, C. “The role of English in scientific communication: lingua franca or Tyrannosaurus rex?”. *Journal of English for academic purposes*, 3, 2004. - p.247-69

*О.О. Спіркіна, кандидат історичних наук
(Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України, Україна)*

Політкоректна лексика як необхідний елемент комунікації у сучасному світі: класифікація та способи утворення

В статті йде мова про вживання політично коректної лексики у сучасному суспільстві. Звертається увага на історичні передумови появи такого явища як політична коректність. Розглядаються евфемізми як політкоректні лексичні одиниці, що пом'якшують різні види дискримінації. Розглядається тематична класифікація політкоректної лексики та наводяться приклади.

В наші дні політкоректність, в основному, асоціюється з деяким механізмом поведінки у різних ситуаціях, який, у першу чергу, пов'язаний із сучасними західноєвропейськими культурними традиціями, в основі яких лежать принципи інституту прав людини і слідування демократичним ідеям. Політкоректність зачіпає освітню систему, науку, релігію, повсякденне життя; домінує в інтелектуальному та культурному житті; стає обов'язковою за законом. Стає очевидною тенденція підвищення рівня політкоректності у літературі, періодичних виданнях та інших джерелах інформації. Таким чином, політкоректність стала своєрідним способом життя у західних країнах, вона визначає стандарти мовної та соціокультурної поведінки.

Термін «політична коректність» (political correctness) вперше запропонував Карен де Кроу (Karen de Crow), президент Американської Національної організації захисту прав жінок (National Organization for Women). Американський словник Merriam Webster Dictionary відносить виникнення терміну до 1936 р. [1]. З того часу цей термін, що мав на увазі особливий спосіб поведінки, спілкування, системи оцінок, отримав широке розповсюдження спочатку в американських студентських містах-кампусах, а потім став активно використовуватися і в усіх інших сферах життя. Сьогодні політична коректність – обов'язкова частина мовної практики західного, у першу чергу, американського суспільства.

Згідно українського «Політичного енциклопедичного словника» термін «політична коректність» (від англ. political correctness) – «політична правильність» – описує стиль мовлення, ідеї, політику, поведінку, які мають мінімізувати образу расових, релігійних, культурних чи інших груп [2]. Слід вказати, що у науковій літературі не має єдиного підходу до аналізу політичної коректності і не має єдиного визначення цього поняття.

На сьогоднішній день найповнішою тематичною класифікацією політкоректної лексики є класифікація, яку запропонував В. В. Панін [3]. В основі тематичної класифікації лежить тип дискримінації, з яким стикається та бореться суспільство.

Першу групу складають евфемізми, які безпосередньо відображують ідеї політичної коректності, тобто пом'якшують різні види дискримінації. Ця група складається з підгруп:

- 1) евфемізми, що вилучають расову та етнічну дискримінацію, наприклад *person of color*, *Jewish person*;
- 2) евфемізми, що пом'якшують гендерну дискримінацію, створені з метою підвищення статусу жінки і вилучення проявів сексизму у мові, наприклад *domestic partner* (*companion*);
- 3) евфемізми, створені для вилучення дискримінації за соціальним статусом, наприклад *economically disadvantaged*, *low-income* (замість *poor*), *environmental hygienist*, *sanitation engineer* (замість *cleaner*);
- 4) евфемізми, направлені проти дискримінації за зовнішнім виглядом та ті, що пом'якшують вікову дискримінацію, наприклад *full-figured*, *big-boned*, *golden ager*, *senior citizen*;
- 5) евфемізми, направлені проти дискримінації за станом здоров'я, наприклад *physically challenged*, *visually challenged*, *immune-compromised*, *aurally inconvenienced*;
- 6) евфемізми, пов'язані з дискримінацією сексуальних меншин, наприклад *LGBT community*, *LGBT persons*, *anti-gay discrimination*;
- 7) евфемізми, пов'язані із захистом навколишнього середовища, тварин та рослин, наприклад *animal companion*, *free-roaming animal* (замість *wild animal*), *organic biomass*.

Другу групу складають евфемізми, які так чи інакше відносяться до ідеї політичної коректності, серед яких виділяють:

- 1) евфемізми, які відволікають від негативних економічних наслідків, наприклад *period of negative economic growth*, *to downsize*;
- 2) евфемізми, направлені на приховування антигуманної політики держави, особливо військових дій, наприклад *pacification*, *limited air strike*, *air support*, *collateral damage*.

Структурно політкоректні лексичні одиниці можна поділити на словосполучення-евфемізми, слова-евфемізми і речення-евфемізми.

Більшість політкоректної лексики – словосполучення з іменником в ролі головного слова (76,8% від загальної кількості словосполучень): *queen size* (королівський розмір), *unrealistic standard of feminine beauty* (стандарт жіночої краси, що нав'язується) [4].

Дієслівні словосполучення складають лише 6% від загальної кількості евфемістичних висловів: *to get into trouble* (страждати психічним розладом), *to enjoy Her Majesty's pleasure* (сидіти у в'язниці). Слова-евфемізми складають 20,7% [4]. Найпродуктивнішими способами утворення слів-евфемізмів є лексико-семантична заміна (34,8%) [4]: *available* (безробітний), *guest* (в'язень), *maladjustment* (нездатність адаптуватися, серйозне психічне захворювання); та

словоскладання (30,3%) [4]: comb-free (лисий). За допомогою афіксації утворено 23,1% слів-евфемізмів: actron (актор/актриса), ageful (у віці), pre-woman (майбутня жінка). Застосуванням кількох способів одночасно створено 7,8% [4]: garbologist, garbage collector (сміттяр) (словоскладання + афіксація), winterval (winter + (festi)val) (скорочення + словоскладання).

Кількість політкоректних речень-евфемізмів складає 1,5%: Fish are friends, Not food, Drugs have always played a part in his life [4]. Вони слугують для того, щоб проілюструвати правильне вживання політкоректних слів і словосполучень, а також політкоректних ідей.

Для утворення політкоректних евфемізмів слугують суфікси: -ism, -gon та префікси: non-, pre-, under-. Нарешті одним із продуктивних способів утворення політкоректної лексики є аббревіатура. За словами Х. Роусона «погані слова не такі вже і погані, коли вони абревіровані» [5]. У першу чергу, аббревіації зазнали назви деяких хвороб: PLWA/PLA (person living with AIDS); HIV+ (людина з позитивним тестом на ВІЧ, у якої немає симптомів СПІДу).

Абревіацію часто використовують для того, щоб приховати яку-небудь інформацію: SGO (same gender oriented) для позначення людини нетрадиційної сексуальної орієнтації або GLB (gay, lesbian and bisexual), ESN (educationally subnormal).

Таким чином, класифікації політкоректної лексики будуються на тематичній розмежованості евфемізмів різного роду. У зв'язку з цим, класифікації лексичних одиниць, що досліджуються, представляють собою класифікації політкоректних евфемізмів.

Аналіз способів утворення політкоректних евфемізмів показав, що до найпродуктивніших та тих, що найчастіше використовуються, відносяться афіксація та словосполучення, а також утворення складних слів і аббревіатура.

Список літератури

1. Иванова О. Ф. Политкорректность в России / О. Ф. Иванова // Вестник Евразии. – 2002. – №3(18). – С. 62–72.
2. Політичний енциклопедичний словник / уклад.: [Л. М. Герасіна, В. Л. Погрібна, І. О. Поліщук та ін.] ; за ред. М. П. Требіна. – Х. : Право, 2015. – 816 с.
3. Панин В. В. Политическая корректность как культурно-поведенческая и языковая категория : дисс. канд. филол. н. : 10.02.20 – сравнительно-историческое, типологическое и сопоставительное языкознание / Панин Виталий Витальевич ; Тюменский государственный университет. – Тюмень, 2004. – 217 с.
4. Луговая Н. В. Политкорректность и перевод – исследования выступлений политиков (на материале английского языка) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rostov-language.ru/help-41.html>.
5. Rawson H. A. Dictionary of Euphemisms and other Doublespeak / H. A. Rawson. – NY. : Crown Publishers Inc., 1981. – 463 p.

Т. М. Фурсенко (Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Україна)

Усунення мовного бар'єру як фактор вдосконалення актуарної освіти

Анотація. У даній розвідці розглядається важливість англомовної компетентності актуаріїв як складової їх професіоналізму та професійного розвитку. Виокремлюються особливості мовної політики ряду професійних об'єднань актуаріїв (Британський інститут актуаріїв, Спілки Актуаріїв та Міжнародної Асоціації Актуаріїв).

Соціально-економічні реалії життя сучасного світового суспільства, основною рисою яких є постійне чергування економічних циклів, обумовлюють значний попит на фахівців-актуаріїв. Цікавим є той факт, що хоча актуарна освіта по всьому світу має вікові традиції, в країнах колишнього СРСР ситуація значно відрізняється, що пов'язано з домінуванням на його території планової командно-адміністративної економіки протягом майже 70 років. Саме тому професія актуаріїв та система підготовки фахівців у цій сфері перебуває на даний момент у зародковому стані.

На сьогодні маємо ситуацію, що у ряді країн, котрі розвиваються, особи, які зацікавлені в отриманні актуарної освіти, на превеликий жаль, мають обмежену кількість шляхів для реалізації своїх намірів. Основні способи, за якими можна стати кваліфікованим актуарієм, можемо згрупувати у дві категорії:

- дистанційна освіта з подальшим складанням ряду професійних іспитів;
- вступ до університетів, які пропонують програми з актуарної науки [2, с. 1].

У другому випадку вимагається складання стандартизованих іспитів на знання мови, зазвичай TOEFL чи IELTS. Наприклад, для навчання в Стокгольмському університеті на актуарій програмі, необхідно мати наступні результати: Cambridge CPE and CAE: Здано (Pass), IELTS: 6.0 (жодна частина тесту не повинна бути написана на бали, нижчі за 5.0), TOEFL (paper based): 550 (з мінімальним балом 4 за письмовий тест), TOEFL (computer based): 213, TOEFL (internet based): 79 [3]. Як бачимо, вимагається досить непогана мовна підготовка, як мінімум, на рівні впевненого користувача.

Розглянемо перший шлях, який, на перший погляд, видається легшим і більш прийнятним. Однак складання кваліфікаційних іспитів також передбачає значні матеріальні і організаційні труднощі. Окрім ґрунтовного рівня підготовки та тривалого часу, що знадобляться (так, для отримання статусу повного члена за американською системою, як правило, необхідно витратити до 6-7 років, за британською – 5-6), навчання вимагає значних фінансових затрат, пов'язаних з придбанням навчальних матеріалів, сплатою членських внесків та складанням іспитів [2, 1]. На жаль, зазначені фактори

«довершуються» й станом іншомовної підготовки потенційних фахівців з актуарної справи, що, у багатьох випадках, залишає бажати кращого.

Важливість належного рівня володіння іноземною мовою обумовлюється, головним чином, тим, що найавторитетніші професійні об'єднання, котрі розробляють завдання та оцінюють рівень сформованості знань, умінь та навичок потенційних кваліфікованих актуаріїв, є британська та американська системи, які є «рідними» для жителів Об'єднаного Королівства, США і Канади відповідно. Зрозуміло, що мова на якій проводиться іспит, - англійська.

За твердженням голови Комісії з страхування Української спілки фінансових аналітиків В'ячеслава Черняховського, багато актуаріїв наполягають на впровадженні в Україні національно системи підготовки до іспитів та екзаменування на українській мові. Проте тут виникають певні труднощі. Адже питання іспитів, котрі складають актуарії за британською системою в Україні, проходять англійською. «Перекласти їх українською чи російською, звісно, можна, але у більшості випадків, це відкриті запитання, на які вимагаються розгорнуті відповіді, котрі, в результаті, все одно доведеться перекладати на іноземну мову» [1]. Цілком очевидно, що недостатній рівень володіння англійською можна розглядати як фактор погіршення успішності проходження атестації майбутніми актуаріями, котре призводить до зниження освітніх стандартів та обмежує вітчизняних актуаріїв на шляху до здобуття кваліфікацій за світовими стандартами.

Проте на сьогодні спостерігаємо тенденцію до усвідомлення ключовими професійними об'єднаннями важливості англійської компетентності як фактору забезпечення відкритості професії актуарія для ширшого кола країн. Так, слід зазначити, що на сьогодні інтенсивно впроваджуються експерименти, пов'язані з перекладом англійських тестових систем на інші мови. Інститут і Факультет Актуаріїв (the Institute and Faculty of Actuaries) тепер пропонує іспити в Ізраїлі на івриті, хоча в усьому світу вони залишаються англійськими. Ізраїльські студенти можуть давати відповіді на запитання рідною мовою і успішна здача екзаменів є незаперечною підставою для надання статусу повного члена Ізраїльського Інституту Актуаріїв. На рівні місцевого професійного об'єднання професійні іспити проводяться у відповідності з вказівками Інституту і Факультету Актуаріїв. Також є можливість обрати англійську мову здачі іспитів. У цьому випадку роботи будуть оцінюватись британськими екзаменаторами [2, с. 3].

Аналогічним чином організована співпраця Британського Інституту Актуаріїв з певними місцеві професійними об'єднаннями, котрі використовують екзамен ST9 британської системи для надання кваліфікації дипломований актуарій з підприємницьких ризиків (Chartered Enterprise Risk Actuary – CERA)[2, с.3]. У рамках таких домовленостей, дозволено складати іспити місцевими мовами для отримання прохідних балів у рамках місцевих процедур надання відповідної кваліфікації.

Можна привести ще низку прикладів схожих домовленостей. Так, Російська Гільдія Актуаріїв використовує перекладені на російську матеріали Британського Інституту Актуаріїв для підготовки до іспитів. Хоча

кваліфікаційні екзамени і встановлюються цією місцевою професійною організацією, однак вони повністю побудовані за зразком екзаменаційних завдань британського об'єднання минулих років.

Завдання за екзаменаційними моделями Спільки Актуаріїв у США доступні на французькій мові. Їх цільовою аудиторією є франкомовне населення Канади. Крім того, зазначені іспити є основою для складання завдань у рамках Китайської Асоціації Актуаріїв, тому фактично доступні також й китайською [2, с.3].

Як бачимо, зроблено ряд важливих кроків, щоб зменшити вплив фактору незнання англійської на результати складання кваліфікаційних іспитів, оскільки, зрештою, мова тут слугує лише засобом розв'язання завдань, а не компонентом професійної компетентності актуаріїв, що оцінюються.

Окрім незаперечного важливого значення для успішного проходження екзаменації, англійська мова відіграє непересічну роль у процесі професійного розвитку фахівців з актуарної справи, адже основна маса засобів навчання – англословні (більшість літератури доступна лише англійською, конференції, що їх організовують професійні об'єднання актуаріїв, також передбачають англійську як робочу мову, розцінюючи її як засіб міжнародного спілкування). У цьому аспекті хотілося б згадати Міжнародну Асоціацію Актуаріїв (The International Actuarial Association) та створену у її рамках Мережу освітян актуаріїв (The Actuarial Educators Network), котра була сформована у 2009-2010 роках як результат усвідомлення необхідності вдосконалення навчального процесу підготовки майбутніх фахівців і здійснення актуарних досліджень та важливості обміну досвідом у міжнародному масштабі, що і стало метою зазначеного об'єднання. В рамках цієї освітньої мережі всі матеріали доступні англійською.

Однак разом з тим, враховуючи, що діяльність Міжнародної Асоціації Актуаріїв характеризується підпорядкуванням принципам відкритості та сприяння розвитку актуарної професії, це знайшло своє відображення у ряді тенденцій, пов'язаних з лібералізацією мовної політики згаданого ресурсу. У цьому аспекті примітним є документ, що окреслює рекомендований рівень проведення засідань та зустрічей, котрий носить назву *Participation of Non-Native English Speakers and New Delegates in the Work of the IAA* [4].

Згідно з цим документом, пріоритетним завданням виступає надання підтримки членам та делегатам, для яких англійська не є рідною, особливо, якщо останні приймають участь у певних заходах вперше. Адже, враховуючи міжнародний характер організації, ключовою виступає таке налаштування робочого процесу, котре сприятиме вільному обміну думками, де всі учасники зможуть бути залученими до роботи на рівних правах: важливо створювати умови для того, щоб кожний делегат мав змогу висловитись, отримати відповідь, навіть якщо цей процес й не відбувається на бездоганній англійській.

Визнається, що рівень мови учасників зібрань, з'їздів, конференцій може різнитися від базового до вільного володіння. Крім того, автори документу зазначають, що писемне мовлення є набагато легшим для сприйняття, оскільки надає співрозмовникові достатньо часу для обробки та

можливість скористатися допоміжними засобами, наприклад, програмним забезпеченням для здійснення перекладу. Тому всі зусилля МАА спрямовані на усунення труднощів, пов'язаних зі сприйняттям та розумінням усного мовлення під час безпосереднього процесу комунікації[4].

Враховуючи той факт, що у заходах МАА приймають участь як носії, так не носії мови, мовна практика визначається важливою для останніх, тому занурення у мовне середовище заохочується за допомогою найрізноманітніших засобів: навіть перерви на каву та ланч розцінюються як прекрасна можливість для вправлення у навичках говоріння та сприймання на слух. Саме тому між робочими сесіями завжди передбачена 30-хвилинна перерва [4], яка, як передбачається, буде використана для спілкування між актуаріями-професіоналами.

Свідченням усвідомлення важливості усунення мовних бар'єрів на шляху до порозуміння та ефективного обміну досвідом є вироблення ряду рекомендацій для головуючих, учасників-носіїв мови та делегатів, у яких рівень мовної підготовки є недостатньо високим. Так, носіям мови рекомендовано:

- Зменшувати темп мовлення, говорити більш чітко та досить голосно.
- Використовувати просту й широковживану лексику.
- За можливості підготувати короткий виклад того, про що доповідач збирається говорити, у письмовій формі.

Для не носіїв мови рекомендації можна згрупувати у наступні:

- Ознайомитись з усіма установчими, процесуальними документами організації та тією документацією, що стосується теми обговорення.
 - Підготувати нотатки, тези, ключові слова, що спрямовано на впорядкування думок та сприятимуть логічному викладенню матеріалу.
 - Тренувати виступ.
 - У разі виникнення незрозумілих моментів, задавати запитання
- Для головуючого на зустрічах:
- Перед початком зустрічі запитати не носіїв мови стосовно напрямів, у рамках яких представники місцевих професійних об'єднань, для яких англійська не є рідною, мають намір висловитись.

- Використовувати технічні засоби – презентації та слайди, у якості наочності, котрі слугуватимуть для супроводу того, про що йтиметься мова.

- Використовувати ряд заходів для полегшення сприйняття та усунення непорозуміння: інформативні шифри документів, нумерацію сторінок.

- Забезпечувати рівноправну участь кожного делегата.
- Застосовувати технології активного слухання [4].

Як бачимо рекомендації включають мають подвійну природу: їх складає лінгвістичний аспект та етика ділової комунікативної взаємодії.

Висновки:

Таким чином, всупереч поширеному уявленню про те, що актуарії мають справу здебільшого з цифрами, використовуючи знакову математичну систему, котра є універсальною і зрозумілою для всіх націй, англomовну компетенцію не можна розцінювати як таку, що не є необхідною. Мовна підготовка – важлива складова професіоналізму фахівців з актуарної справи, адже високий рівень володіння англійською є передумовою успішного складання кваліфікаційних іспитів та подальшого професійного саморозвитку.

На ряду з цим, спостерігаємо також, що актуарії неанглomовних країн не є позбавленими підтримки професійних об'єднань на шляху до розвитку власних знань, умінь та навичок, так як основним завданням професійних асоціацій виступає розвиток та популяризація професії по всьому світу. У зв'язку з цим значна увага приділяється мовній політиці, що характеризується принципами толерантності, рівноправності та відкритості. На нашу думку, така стратегія орієнтована на успішну реалізацію цілей організацій, хоча є дещо нетиповою для сучасного світу, що характеризується глобалізаційними та інтеграційними процесами, де знання англійської мови сприймається як необхідний мінімум для доступу до міжнародної співпраці.

Список літератури

1. Щеглова Е. К актуариям подошли со всей строгостью [Электронный ресурс] / Е. К. Щеглова // Лига страховых организаций Украины. – 2010. – Режим доступа : <http://uainsur.com/massmedia/11349/>
2. Actuarial Education – alternative routes for new associations [Electronic resource] // International Actuarial Association. – 4 p. – Access mode : http://www.actuaries.org/CTTEES_AA/Documents/Education_paper.pdf
3. Economics for Actuaries [Electronic resource] // Stockholm University. – Access mode : <https://sisu.it.su.se/search/info/MT7016/en>
4. Participation of Non-Native English Speakers and New Delegates in the Work of the IAA [Electronic resource] // International Actuarial Association. – 6 p. – Access mode : http://www.actuaries.org/ABOUT/Documents/Participation_NonNative_English_Speakers_EN.pdf

O.P. Shatska
(Ph.D. , Yuncheng university, China)

Teacher's training in China

This article is about teacher's preparation in China and some important points about its training. The purpose is to get a better understanding of Asian higher education systems and to improve the educational exchange in future.

The teacher was always a culture carrier in China. In Ancient China the philosophers were teachers. They made special caste of a society. Since 1978, the Chinese government has adopted the Open and Reform Policy. According to Deng Xiaoping's theory, one of the goals of Chinese education is geared to the need of modernization, of the world and of the future. After that, China has started to internationalize its higher education with more power. For example, China signed agreements on mutual recognition of academic degrees with Ukraine in 1998.

According to China's present educational system, there are universities, institutions of higher learning specialized in one subject - colleges, institutes. The educational administration consists of 4 levels: the Ministry of Education; the Departments of Education in provinces, autonomous regions and 4 municipalities (Beijing, Shanghai, Tianjin and Chongqing); Education Bureaus in large cities; Education Bureaus in counties. The different administrations of education follow the national educational policies and plans. All the universities, both state-owned and private-owned, are under the control of the Ministry of Education.

The most popular teacher training universities in China are: Beijing Normal University; East China Normal University; Huazhong Normal University; Northeast Normal University; Nanjing Normal University; South China Normal University. The graduates of these universities can work in any province. Each province has their own pedagogical institutions which prepare teachers only for their regions. Today teacher's preparation in the People's Republic of China is carried out through the higher pedagogical colleges, pedagogical institutes and universities, pedagogical institutes of foreign languages, sports teacher's universities, pedagogical courses, and faculties at some universities which are not pedagogical.

The modern system of a pedagogical education in China consists of pre-service and in-service education. Pre-service education is carried out by pedagogical colleges and universities. In-service education is organized by administrative educational bodies and realized in special educational institutions. The retraining of teachers passes in high schools of improvement of professional skill and perfection institutes. Teamwork of skilled teachers with young teachers (joint researches, the discussion of modern problems in pedagogy, lectures of skilled teachers), preparatory courses, radio- and television courses, self-education etc. also belong to in-service education.

The basic levels of pedagogical education in universities are: a special course (3 years), a bachelor degree (4 years), postgraduate study (preparation of the master), and doctoral studies. There are 4 academic years for undergraduate education. Students receive diplomas after graduation. This diploma is different

from the B.A. degree certificate. 4-year students will have a B.A. degree with the diploma. 3-year programs (sub-degree programs) don't lead to any degree. Students who have failed in many courses (usually 7) cannot be granted any graduation certificates. As for the schooling periods: they have 3 years for M.A. and another 3 years for Ph.D. In the past, Applicants should be under the age of 35. But now any age is allowed. For M.A. degree, students must study Marxist theory, take theoretical and specialized courses, write some term thesis, and take the dissertation defense. Ph.D. could be received by candidates who take entrance examination include two professional courses and one foreign language. Doctoral programs generally take 3 years for students with a Master's degree. After passing all the courses (compulsory, selective) they have a dissertation defense.

Teacher's retraining is carried out at the institutes of improvement and the institutes of professional skill improvement. The qualified examination can be passed in pedagogical (normal) colleges, universities, research institutes. Teachers get to know information about Educational laws, educational process, teaching materials, technique studying, professional culture etc.

There are several kinds of scholarships which are set up by the Chinese Scholarship Council (CSC):

- the undergraduate student scholarship;
- the postgraduate student scholarship;
- the doctoral student scholarship;
- the learners for Chinese language scholarship;
- the Visiting Students scholarship;
- the Senior Visiting Students scholarship;
- the Great Wall Scholarship;
- the excellent student scholarship;
- HSK Winner scholarship etc.

Scholarship for undergraduates is granted to applicants under 25 years old, who finished senior high school with excellent scores, passed the entrance examination, and study for receiving Bachelor's degree.

Scholarship for the Master's degree students is granted to applicants under 35 years old, who had Bachelor's degree and excellent marks. Students should have 2 recommendation letters from professors or associate professors.

Scholarship for a Ph.D. student is granted to those who study at a university, who are below 40 years old, should have recommendation from 2 professors or associate professors, and had Master's degree and excellent score.

Scholarship for Chinese language students is provided for non-Chinese students below 35 years old who study Chinese during 1 or 2 school years.

Scholarship for the Visiting students is for those who study their major in China and are below 45.

Scholarship for Senior Visiting students are for those who do further study on certain subjects with a Chinese supervisor. They should be below 50 years old and are recommended by 2 professors or associate professors.

The Great Wall scholarship is open to the United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO) for Visiting students and Senior Visiting students

Scholarship for excellent students is for those who study for a Master's or a Ph.D., who are diligent and have good academic records.

HSK Winner scholarship is for overseas students who are studying for more than 1 year and are below 40 and have passed Chinese Proficiency Test.

There are also several kinds of scholarships in China's universities which are set up by them: the comprehensive scholarship (it depends on results of the exams and daily behavior); the learning scholarship (it depends on the results of the exams); the behavior scholarship (it depends on the daily behavior through the two terms). Every scholarship has 3 levels, of which each includes different amount. Most students can have a scholarship every year, but all of them have to pay tuition.

In China, there are 2 semesters - spring and fall semesters. Students have classes 5 days a week. The teaching language is Putonghua. In several minority areas the local minority language is used and taught. Students have only end-term examinations every semester. The Ministry of Education set a standard curriculum, but list of courses for each grade is decided by each university. Students must take the examinations of the courses they take at the end of each term.

The grading system is from 0 to 100. 60 is the lowest passing mark. Teachers write the scores on the sheets and give them to the department, where the secretary puts the scores in folders in the computer. Every student has their own log number. They can see their results on the campus web-site of the university. It is like an electronic score book.

In China the lessons start at 8.00 and end at 18.00 with a 2-hour lunch break (from 12.00 till 14.00). After supper, students may go to the library or stay in classrooms to continue studying till 22:00. Some students stay in the university to study or to do some part-time jobs during summer vacation.

Most of the students live in dormitories (hostels) which are on the campus of the university. The buildings of the dormitories are divided in men's and women's separately. 6-8 students share a room. The university has dining-halls where students have their meals 3 times a day.

In Chinese Normal universities, there are class advisers (or head teachers) who are busy with students' affairs. They help everyone to solve any kinds of problems.

Teacher's foreign languages preparation has the following basic subjects in Chinese pedagogical colleges: to **general educational subjects** belong: ideologically-moral education, right bases, principles of Marxism, the principles of political science of Marxism, introduction to the doctrine of Mao Zedong, introduction to the doctrine of Den Xiaoping and "three representatives", modern economics and politics, political science (course of lectures), computer science bases, computer program Visual Foxpro, pedagogy, psychology, modern pedagogical skills, modern Chinese language, practical course of Chinese hieroglyphs, physical training, military theory, the management on employment. To **special subjects** belong: practical course of English language, reading, listening, oral speech, grammar, phonetics, theory and practice of translation, written English, theory and practice of research, second foreign language (Russian, Korean, Japanese, and French), and methods of teaching English (methodology). To **selective subjects** belong: language learning through study of country's customs and institutions

(England, America), bases of English-American culture, English-American literature, reading of English-American literature for the choice, intercultural communication, "Sight, hearing, speech", modern Chinese language, Chinese history and culture, introduction to linguistics, bases of English linguistics, improvised trips, ethics of tourism and international relations, tourist resources, Business-English, English shorthand, English in advertising, English in international trade, English in Tourism, English for secretaries, automation of office-work, Internet English, English TV and cinema, English press (reading for the choice), listening of English radio.

Active teaching practice students have on last course in second term throughout 8 weeks. The writing of diploma paper is throughout 10 weeks in second term on last course. During the studying future teachers of foreign languages should pass TEM (Test English Major).

Conclusion

Higher education is a very important topic in China. China has created its own new model of higher education during its stages of development. During those periods the forms of studying were changed according to the government's policies. The Great Cultural Revolution ruined the growth of higher education for 10 years, but later everything got on the right track by several educational reforms and new approaches. Since the Open and Reform Policy, China has established foreign relations with many countries, which helps to find new methods to build a new education for a new generation. Nowadays China and Ukraine have developed exchange programs of students and teachers between their universities. It brings new advantages for the higher education development of the two countries.

Teachers play a crucial role in education and social development. They can help to create a new society with new views and desires.

References

- [1] Китай на пути модернизации и реформ, 1949-1999 (China on the Way of Modernisation and Reforms, 1949-1999) [У Tao, И.А.Рогачев, С.Л.Тихвинский и др.] / Отв. ред. М. Л. Титаренко]. – М.: Издательская фирма «Восточная литература» РАН, 1999, с. 474 – 479.
- [2] Лю Сяоянь. Подготовка учителей в Китае // Педагогика. – 1999. - №3, С. 117-120.
- [3] Современная система образования в КНР // http://dialogs.org.ua/print.php?part=issue&m_id=10748
- [4] Су Сяохуань. Образование в Китае. Реформы и новшества. – Межконтинентальное издательство Китая, Май. – 2002. – С.140-141.
- [5] Юнчинський університет. Навчальний план. Збірник. Юнчинський університет, університетська адміністрація, 2004, вересень.
- [6] Chinese Scholarship Council // <http://www.csc.edu/cn>
- [7] Education and science / Comparison by the China Handbook communication. Translated by Zhou Yicheng, Cai Guanping, Liu Hu-Zhang. – Beijing: Foreign language press, 1983. – IV, 243 p.

- [8] Kurian, George Thomas .World Education Encyclopedia[M].New York: Facts On File Publications, 1998, p.212-228.
- [9] Li Lanqing. Education for 1,3 Billion[M]. Beijing: Foreign Language Teaching and Research Press, Pearson Education, 2004.
- [10] Ministry of education in China // [http:// www.moe.edu.cn/](http://www.moe.edu.cn/)
- [11] The Reform and Development in Teacher Education in China // <http://www.ictc.ecnu.edu.cn/EN/show.asp?id=547>
- [12] Yuncheng university // <http://en.ycu.edu.cn/about/>

Mathematical Model of Biaxial Stabilized Platform with Vehicle Equipment

The mathematical model of the biaxial inertial stabilized platform operated on ground vehicles is developed. Such a model is necessary for structural synthesis of the robust systems for the information and data processing devices stabilization. The set of differential equation is obtained and approaches to its linearization are given.

Introduction. Nowadays, the complexity of control processes associated with operation of vehicles sufficiently increases. Implementation of these processes leads to the important problem of stabilization of the information and data processing devices necessary for the vehicle navigation, tracking of references points, mapping, aerial photography and other applications. Usually the rigid requirements are given to accuracy of such processes. It is impossible to satisfy these requirements without stabilization of a platform, on which the appropriate information and data processing devices (sensors, cameras, antennas and observation equipment) are mounted.

Operation of equipment at the moving platforms in many practical situations is accompanied by change of their parameters in the wide range. As a rule, the most changed parameters are the inertia moment and the rigidity of elastic connection between an actuator and a platform, at which the equipment is mounted [1]. Operation of the moving platforms is also accompanied by influence of the coordinate disturbances such as wind for aircrafts, irregular waves for marine vehicles and irregularities of the relief of a road or terrain for the ground vehicles respectively. Influence of these factors may lead both to accuracy decrease and to stability loss. Therefore it is expedient to solve the problem of platforms stabilization using the robust control principles. One of the modern approaches to the robust control system design is using of the H_∞ -synthesis [2, 3]. They have such essential advantage as the possibility to design the system with the desired amplitude–frequency characteristics. Usage of the above-mentioned approaches requires further development relative to design of robust systems for stabilization of information and data processing systems operated at vehicles.

Mathematical model of the biaxial platform. Creation of the mathematical model of a plant (platform with equipment) is of great importance for application of the H_∞ -synthesis in area of the robust control systems design. It should be noted that usage of the biaxial stabilization is the most acceptable for many applications, as two mutually-orthogonal axes represent the minimum quantity necessary for determination of the direction in the three-dimensional space. The dynamics and kinematics of the plant can be described by Euler's equations. The appropriate full relationships and sequence of the platform turns in the space for the two-axis platform with mounted on it payload are represented in [4]. In accordance with [4] the angular rate projections of the platform with mounted on it payload onto its proper axes may be represented in the following form

$$\begin{aligned}
\omega_x &= \dot{\alpha} \cos \beta ; \\
\omega_y &= \dot{\beta} ; \\
\omega_z &= \dot{\alpha} \sin \beta .
\end{aligned} \tag{1}$$

Based on the relations (1) the plant kinematics may be given by Euler's equations relative to the sequence of turns [4]

$$\begin{aligned}
\dot{\alpha} &= \omega_x \cos \beta + \omega_z \sin \beta ; \\
\dot{\beta} &= \omega_y .
\end{aligned} \tag{2}$$

The mathematical model of the stabilization plant depends essentially on the type of sensors and drives of the stabilization system, namely, rate gyros and geared drives. Based on the expressions (1), (2) and mathematical models of the plant of the one-axis stabilization system operated at the vehicles and represented in the paper [5], the mathematical model of the plant of the biaxial platform can be obtained. For creation of this model it is expedient to neglect by the centrifugal inertia moments in Euler's equations [4]. Then the mathematical model becomes

$$\begin{aligned}
\dot{\alpha} &= \omega_x \cos \beta + \omega_z \sin \beta ; \\
\dot{\beta} &= \omega_y ; \\
\dot{\alpha}_e &= \omega_{e\alpha} ; \\
\dot{\beta}_e &= \omega_{e\beta} ; \\
\dot{U}_{\omega\alpha} &= U_{\omega d\alpha} ; \\
\dot{U}_{\omega\beta} &= U_{\omega d\beta} ; \\
\dot{\omega}_x &= [-(J_z - J_y)\omega_y\omega_z - M_{fzx}\text{sign}\omega_x - \\
&\quad - M_{unbx}\cos\alpha + c_r(\alpha_g - \alpha)/n_r]/J_x ; \\
\dot{\omega}_y &= [-(J_y - J_x)\omega_x\omega_z - M_{fry}\text{sign}\omega_y - \\
&\quad - M_{unby}\cos\beta + k_{spr}(A - \beta) + \frac{c_r(\beta_g - \beta)}{n_r}]/J_y ; \\
\dot{\omega}_{e\alpha} &= \left[-M_{fre}\text{sign}\omega_{e\alpha} + \frac{c_m}{R_w}U_\alpha + \frac{c_r(\alpha_g - \alpha)}{n_r} \right] / J_e ; \\
\dot{\omega}_{e\beta} &= \left[-M_{fre}\text{sign}\omega_{e\beta} + \frac{c_m}{R_w}U_\beta + \frac{c_r(\beta_g - \beta)}{n_r} \right] / J_e ; \\
\dot{U}_\alpha &= [-U_\alpha + k_{PWM}U_{PWM\alpha} - c_{ed}\omega_{e\alpha}]/T_{arm} ; \\
\dot{U}_\beta &= [-U_\beta + k_{PWM}U_{PWM\beta} - c_{ed}\omega_{e\beta}]/T_{arm} ; \\
\dot{U}_{\omega d\alpha} &= [-2\nu T_0 U_{\omega e\alpha} - U_{\omega\alpha} + k_{ars}\omega_x]/T_0^2 ; \\
\dot{U}_{\omega d\beta} &= [-2\nu T_0 U_{\omega e\beta} - U_{\omega\beta} + k_{ars}\omega_y]/T_0^2 ,
\end{aligned} \tag{3}$$

where α , β are the turn angles of the platform with equipment; ω_x , ω_y are the platform angular rates in the horizontal and vertical planes; $\omega_{e\alpha}$, $\omega_{e\beta}$ are the rates of the motors mounted at the axes x , y ; α_e , β_e are the turn angles of the motors mounted at the axes x , y ; $U_{\omega\alpha}$, $U_{\omega\beta}$ are the output signals of the rate gyros measuring the absolute angular rates of the platform with mounted on it payload by the axes x , y ; $U_{\omega d\alpha}$, $U_{\omega d\beta}$ are the derivatives of the rate gyro output signals; J_x , J_y , J_z are the inertia moments of the platform with mounted on it payload relative axes x , y , z ; M_{frx} , M_{fry} are the nominal dry friction moments acting by the gimbals axes x , y ; M_{unbx} , M_{unby} are the unbalanced moments acting by the axes x , y ; k_{spr} is the rigidity coefficient of the spring compensator; A is the initial angle of spring resetting; c_r is the reducer rigidity; α_g , β_g are the turn angles of the platform taking into account presence of the drive gap; M_{frex} , M_{frey} are the nominal dry friction moments of motors installed at the gimbals axes x , y ; c_m is the constant of the load moment at the motor shaft; R_w is the resistance of the motor armature winding; U_α , U_β are the armature voltages of motors mounted at the gimbals axes; n_r is the reducer gear ratio; T_{arm} is the time constant of the motor armature circuit; k_{PWM} is the transfer constant of the linearized pulse-width-modulator; U_{PWM} is the voltage at the pulse-width-modulator input; c_{ed} is the coefficient of proportionality between the motor angular rate and the electromotive force; v is the relative damping coefficient; T_0 is the time constant of the rate gyro, k_{ars} is the transfer constant of the rate gyro. In the represented set of the non-linear equations (3) the angles α_g , β_g may be defined in accordance with the expressions, which take into consideration the drive hysteresis,

$$\alpha_g = \alpha_e / n_p, \text{ if } |\alpha_e / n_p - \alpha| \geq 0,5\Delta;$$

$$\alpha_g = \alpha, \text{ if } |\alpha_e / n_p - \alpha| < 0,5\Delta;$$

$$\beta_g = \beta_e / n_p, \text{ if } |\beta_e / n_p - \beta| \geq 0,5\Delta;$$

$$\beta_g = \beta, \text{ if } |\beta_e / n_p - \beta| < 0,5\Delta,$$

(4)

where Δ is the experimentally determined drive gap value.

For further researches it is necessary to implement linearization of the equations (3) relative to the nominal values of the phase coordinates. Such linearization must include the following steps [5]:

1) linearization of expressions for determination of the motor and stabilization plant friction and unbalanced moments;

- 2) neglect by the drive hysteresis described by the expressions (4);
- 3) neglect by the error of rate gyros;
- 4) assumption of smallness of the platform turn angles for linearization of the trigonometric functions.

After the above listed transformations the set of equations (3) may be transformed to the linearized form and represented in the state space by the quadruple of matrices A, B, C, D represented in [6].

It should be noticed, that H_∞ -synthesis of the stabilization systems is implemented based on the state space model. And check of the synthesized system simulation results is carried out by means of the non-linear Simulink model, which may be created based on the set of equations (3). Such model takes into consideration all nonlinearities inherent to real stabilization systems of the researched kind.

Conclusions

The mathematical description of the biaxial platform as a plant of the system for stabilization of the information and data processing devices operated at the vehicles is developed. The relations taking into consideration the drive hysteresis are represented. The approaches to the model linearization are given. Features of model using in procedures of the H_∞ -synthesis are described.

References

1. W. Gawronski, Modeling and Control of Antennas and Telescopes. New York: Springer, 2008.
2. K. Zhou, J. Doyle, Essentials of Robust Control. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
3. S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control. New York: Wiley, 2007.
4. O.A. Sushchenko, "Design of robust two-axis systems for stabilization and tracking of information-measuring devices", Proceedings of the National Aviation University, no. 1, 2014, pp. 31–37.
5. A.A. Tunik, O.A. Sushchenko, "Usage of vector parametric optimization for robust stabilization of ground vehicles information-measuring devices", Proceedings of the National Aviation University, no. 4, 2013, pp. 23–32.
6. O.A. Sushchenko, "Design of Two-Axis Robust System for Stabilization of Information-Measuring Devices Operated at UAVs", in Proc. IEEE 3rd Int. Conf. Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, APUAVD-2015, Kyiv, October 13-15, pp. 198–201.

Н.И. Делас, к.т.н.
(Национальный авиационный университет, Украина)

Предельно гиперболический закон и степенные распределения в сложных системах

Показано, что для многих сложных систем с эмпирически наблюдаемыми степенными распределениями в действительности характерны предельно гиперболические распределения, формирующиеся в соответствии с вариационным принципом максимума энтропии.

В работах [1,2] на основе принципа максимума производства энтропии выведен так называемый «Предельно гиперболический закон распределения»:

$$\frac{n_i}{n_*} = \frac{\varepsilon_*}{\varepsilon_i} \cdot \exp\left(1 - \frac{\varepsilon_*}{\varepsilon_i}\right).$$

Описываемое им семейство распределений асимптотически приближается к чисто гиперболическому в случае дефицита ресурсов внутри систем (Рис. 1.).

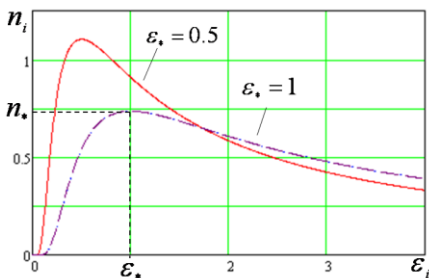


Рис. 1. Предельно гиперболическое распределение.

Закономерен вопрос: есть ли основания связывать этот закон с эмпирически наблюдаемыми в реальных системах степенными распределениями? Тут готовится утвердительный ответ, хотя на первый взгляд, есть, как минимум, два аргумента «против».

Во-первых, модальный характер кривой предельно гиперболического закона будто бы противоречит имеющимся примерам чисто гиперболического распределения (некоторые из них упоминались выше).

Во-вторых, у теоретической кривой правая (ниспадающая) ветвь имеет единственный показатель степени, а у реальных систем встречаются распределения с показателями степени, отличными от единицы.

Относительно первого возражения. Можно привести немало примеров реальных распределений с «тяжелым хвостом», которые имеют моду.

Например, распределение числа усталостных микродефектов по их размерам [3] (Рис. 3).

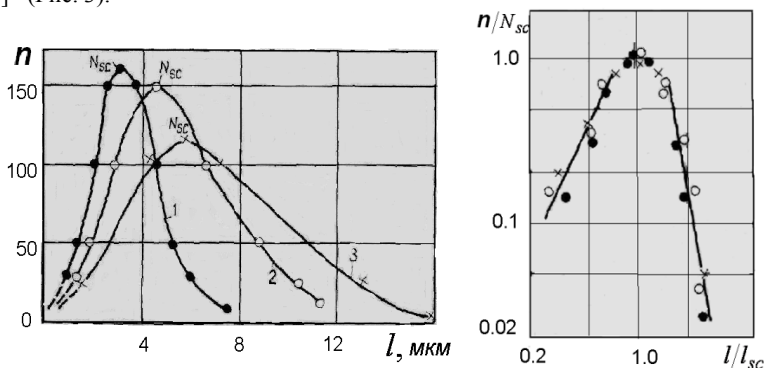


Рис. 2. Распределение количества пор по размерам в образцах из поликристаллического железа, испытанных на ползучесть [3].

Похожий вид имеют также распределения атмосферных аэрозольных частиц по величине их диаметра [4], распределения осколков взорвавшегося боеприпаса по их массе [5], распределение атмосферных турбулентных пульсаций по их интенсивности [6]. Кроме того, полная кривая, характеризующая распределение населения по доходам, имеет на самом деле также модальный характер, а не монотонно убывающую гиперболу известного закона Парето [7]. На самом деле, игнорируя распределение доходов у малоимущих слоев населения, закон Парето аппроксимирует не всю модальную зависимость, а лишь ее правую, ниспадающую ветвь.

Иллюзия монотонно убывающей гиперболы возникает при малом значении моды. Действительно, мода может уменьшаться у систем, где наблюдается дефицит ресурсов (при малом значении E/N). Мода уменьшается также при малых значениях формпараметра [2], что наблюдается на ранней равновесной стадии эволюции системы. Если при таких обстоятельствах построить дискретную диаграмму с достаточно крупным шагом дискретизации, то малая мода может стать незамеченной, оказавшись поглощенной шириной первого столбца диаграммы.

Таким образом, многие наблюдаемые степенные распределения скорее всего являются модальными распределениями с «тяжелым хвостом», которые не удалось рассмотреть детальнее. Особенно для систем, которые продолжают находиться в стадии формирования (когда значение формпараметра ϕ еще мало).

Важно заметить, что сказанное не относится к монотонно убывающим ранговым распределениям, где аргументом является ранг – номер следования по уменьшению «веса». Мы же тут, в статье, рассматриваем принципиально иные распределения, где аргументом выступает *физическая величина* – индивидуальная порция ресурсов, для которых ранговые распределения

служат лишь своеобразной тенью. Любое модальное распределение можно всегда переформатировать в такое монотонно убывающее ранговое с естественной потерей информации.

Кстати, если, используя исходное модальное распределение, построить ранговую степенную зависимость в логарифмических координатах, то становится очевидной причина характерного изгиба в голове и хвосте получаемой при этом наклонной прямой линии.

Относительно второго возражения. Действительно, показатель степени у ниспадающей ветви кривой предельно гиперболического закона всегда равен единице, хотя у реальных систем он часто бывает больше (редко меньше) единицы. Есть две причины, точнее существует, как минимум, два источника формирования неединичного показателя степени распределения.

Первая причина (очевидная) связана с размерностью аргумента распределения. Действительно, в предельно гиперболическом законе аргументом является размер индивидуальной доли ресурсов (энергия, объем...). На практике же часто строят распределения, где аргументом является величина, производная от ресурсов (волновое число, диаметр...).

Вторая, менее очевидная причина, связана с принципиальной невозможностью реальных систем быть изолированными. Обычно каждая из них включена в схему причинно-следственных связей с множеством других макросистем, взаимно деформирующих априорные условия формирования друг друга. Например, экономическая система не может существовать вне социальной или политической системы, а демографическая – не может быть изолированной от экономической, или экологической. Такое статистическое взаимодействие макросистем приводит к нарушению условия априорной равной вероятности заселения «фазовых» ячеек, а значит, к нарушению главного постулата статистической механики – равной вероятности микросостояний.

Если основной постулат статистической механики (постулат равных априорных вероятностей) утрачивает силу, то энтропия уже не может исполнять роль функции, однозначно характеризующей вероятность макросостояния системы. С такой задачей может справиться лишь более общая функция – энтропийная дивергенция, включающая энтропию как составляющую. В [8] показано, что в общем случае равновесному состоянию системы должно соответствовать не требование условного максимума энтропии, а требование условного минимума энтропийной дивергенции.

Согласно [8], найденные на основе такого измененного формализма равновесные распределения, представляют собой мультипликативную комбинацию из традиционного распределения и распределения априорных вероятностей заселения ячеек. Таким образом, вместо экспоненциального и предельно гиперболического законов получаются соответственно выражения:

$$\frac{n_i}{n_{**}} = \frac{p_i}{p_{**}} \cdot e^{\frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_{**}}} \quad \text{и} \quad \frac{n_i}{n_*} = \frac{p_i}{p_*} \cdot \frac{\varepsilon_*}{\varepsilon_i} e^{\frac{1 - \varepsilon_*}{\varepsilon_i}},$$

где p_i – априорная вероятность заселения i -й ячейки, p_{**} и p_* – априорные вероятности заселения модальных ячеек для экспоненциального и предельно гиперболического законов соответственно. В [8] приведены примеры того, как у реальных систем данный механизм формирует отличный от единицы показатель степени степенных распределений.

Выводы

Таким образом, сказанное выше дает немало оснований предполагать, что для многих сложных систем эмпирически наблюдаемые степенные (с тяжелым хвостом) распределения, в действительности являются предельно гиперболическими распределениями, формирующимися в соответствии с вариационным энтропийным принципом.

Список литературы

1. Делас, Н. И. Предельно гиперболический закон распределения в самоорганизованных системах [Текст] / Н. И. Делас, В. А. Касьянов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Т. 4, № 4 (58). – С. 13–18.
2. Делас, Н. И. Эволюция сложных систем с гиперболическим распределением [Текст] / Н. И. Делас // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 3, № 4 (63). – С. 67–73.
3. Ботвина Л. Р., Автономность накопления повреждаемости [Текст] / Л. Р. Ботвина, Г. И. Баренблатт // Проблемы прочности. – 1985. – №12. – С. 17–24.
4. Ивлев, Л. С. Физика атмосферных аэрозольных систем [Текст] / Л. С. Ивлев, Ю. А. Довгалюк; НИИХ СПбГУ, 1999. — 194с.
5. Андреев, С. Г. Физика взрыва [Текст] / С. Г. Андреев, А. В. Бабкин, Ф. А. Баум и др. Под редакцией Л. П. Орленко. Третье издание —М.: Физматлит, 2004. — 656 с.
6. Смалихо, И. Н. Ветровое зондирование когерентными доплеровскими лидарами. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН. Томск. –2011. –39с.
7. Yakovenko, V. Statistical mechanics approach to the probability distribution of money [Text] / V. Yakovenko. – Department of Physics, University of Maryland, 28 July 2010. – 11 p.
8. Делас, Н. И. «Правильная энтропия» в анализе сложных систем: к чему ведет отказ от постулата равной априорной вероятности [Текст] / Н.И. Делас // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №4/4. – С.4–14.

М.П. Дивнич, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Лазерний доплерівський анемометр з компенсацією постійної складової сигналу

Пропонується лазерний доплерівський анемометр (ЛДА) в якому відбувається компенсація постійної складової сигналу за рахунок формування двох протифазних сигналів. Це дозволить підвищити точність вимірювання швидкості потоку.

В авіаційній, суднобудівній, космічній та інших галузях науки і техніки для дослідження газових та рідинних потоків газів та рідин знайшли застосування лазерні доплерівські анемометри (ЛДА), які порівняно із традиційними засобами вимірювальної техніки мають вищу точність, швидкість дії та чутливість. ЛДА застосовуються в різних галузях науки і техніки, наприклад, для вимірювання характеристик звукових та надзвукових аеродинамічних потоків під час дослідження нових типів літальних апаратів та елементів їхньої конструкції, характеристик газових турбін, ударних хвиль, характеру течії рідини у пристінній області та в інших сферах.

Відомо, що доплерівський сигнал на виході фотоприймача у лазерному доплерівському анемометрі (ЛДА) окрім високочастотної складової U_d , що містить інформацію про швидкість потоку, має також низькочастотну складову U_n , яка ускладнює подальшу його обробку (рис.1).

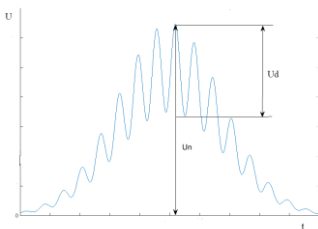


Рис. 1. Сигнал ЛДА: U_d - високочастотна доплерівська складова;
 U_n – постійна складова сигналу

В роботі [1] показано, що змінна (доплерівська) складова сигналу ЛДА для певних розмірів аерозолів може дорівнювати нулю, в той же час коли постійна складова сигналу (яка визначається інтенсивністю розсіяного випромінювання) приймає певне значення.

В роботі [2] показано, що амплітуда змінної складової доплерівського сигналу дорівнює нулю тому, що в області апертурної діафрагми є зони, при прийманні розсіяного випромінювання в межах яких утворюються доплерівські сигнали, що знаходяться в протифазі та рівні за амплітудою. Ці

зони мають вигляд кілець. Для певного діаметру та показника заломлення мікрочастинок доплерівський сигнал, що формується на виході фотоприймача дорівнює нулю.

Так, наприклад, на рис.2 показана залежність фази φ доплерівського сигналу від апертурного кута прийому розсіяного випромінювання α (див. рис.3). Фаза доплерівського сигналу визначена для умови приймання розсіяного випромінювання в межах кільця з малою кутовою апертурою $\Delta\alpha$.

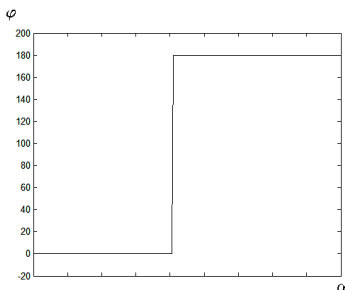


Рис. 2. Залежність фази доплерівського сигналу від апертурного кута прийому розсіяного випромінювання.

Амплітуда доплерівського сигналу під час прийому випромінювання в повній апертурі дорівнює нулю за рахунок того, що доплерівські сигнали, які приймаються в межах кільцевих апертур знаходяться в протифазі.

Така властивість формування доплерівського сигналу використовується в ЛДА що пропонується.

ЛДА з компенсацією постійної складової сигналу (рис.3) працює наступним чином. Випромінювання лазера 1 за допомогою розщеплювача 2 поділяється на два променя та об'єктивом 3 направляється до зони вимірювання 4, через яку зі швидкістю \bar{V} рухається потік рідини або газу. В зону вимірювання 4 за допомогою генератора 5 вводяться монодисперсні мікрочастинки. Розсіяне мікрочастинкою випромінювання збирається об'єктивом 7 в межах апертурної діафрагми 6.

Далі розсіяне випромінювання направляється на дзеркало 8, яке поділяє його на дві частини. Дзеркало 8 розташовано під кутом 45° до оптичної осі об'єктива 7 та має вікна прозорості. Ці вікна прозорості мають вигляд еліптичних кілець. Еліпси мають співвідношення напіввісей 1,41 до 1 (рис.4). Кількість отворів в дзеркалі 8 та їх розмір визначаються в залежності від діаметру, показника заломлення монодисперсних мікрочастинок, що формуються генератором 5 та кута γ між лазерними променями ЛДА.

Частина розсіяного випромінювання, що проходить дзеркало 8, об'єктивом 9 направляється на фотоприймач 11, перед яким встановлена фоновая діафрагма 10.

Друга частина розсіяного випромінювання відбивається від дзеркала 8 та об'єктивом 12 направляється на фотоприймач 14, перед яким встановлена фоновая діафрагма 13.

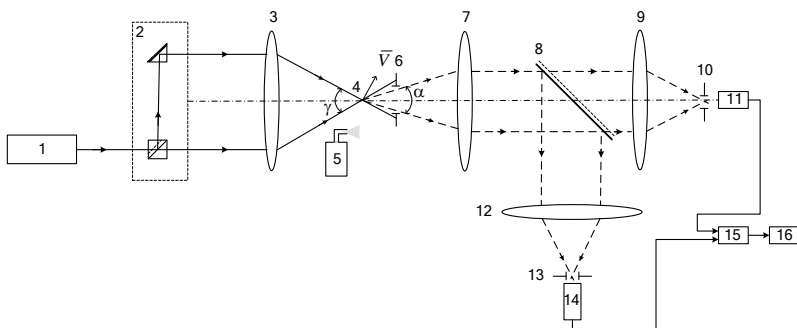


Рис. 3. Лазерний доплерівський анеометр з компенсацією постійної складової сигналу

На виходах фотоприймачів 11 та 14 утворюються змінні складові на доплерівській частоті U_d , які знаходяться в протифазі, а також синфазні простійні складові U_n . Амплітуди змінних складових сигналу та їх постійні складові рівні. Фотоприймачі підключені до входу диференціального підсилювача 15. Вихідний сигнал диференціального підсилювача 15 містить тільки змінну складову тоді як постійна складова заглушується.

Далі доплерівський сигнал, який не містить постійну складову (рис.5) поступає на вимірювач доплерівської частоти 16, за допомогою якого вимірюється частота сигналу та швидкість потоку.

ЛДА з компенсацією постійної складової сигналу може знайти застосування під час дослідження характеру течії у різного типу гідравлічних системах а також під час дослідження моделей літальних апаратів та їх елементів у аеродинамічних трубах.

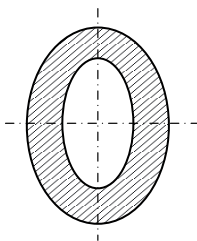


Рис. 4. Форма апертурної діафрагми

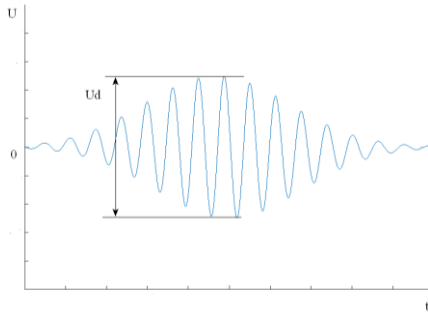


Рис. 5. Допплерівський сигнал, який не містить постійної складової

Список літератури

1. Землянський В.М. Измерение скорости потока лазерным доплеровским методом. – К.: Вища шк., 1987. – 177 с.
2. Дивнич В.М. Підвищення глибини модуляції лазерного доплерівського анемометра/ Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Приладобудування: стан і перспективи», м. Київ, ПБФ, НТУУ «КПІ». – 2015 с. 54-55.

Т.А. Галагуз, к.т.н, Б.Р. Зінченко, О.В. Малишкін
(Національний авіаційний університет, Україна)

Застосування концепції штучного інтелекту у системі прийняття рішення на зліт

У наш час зростає необхідність в системах, які здатні самі аналізувати інформацію, що надходить, знаходити в ній закономірності, проводити прогнозування і т.д. У цій області найкращим чином зарекомендували себе так звані системи штучного інтелекту – системи, які здатні на самонавчання, що імітують діяльність людського мозку.

Світова статистика показує, що більшість випадків льотних подій пов'язано з людським фактором – помилковими діями пілотів. Більш детальний аналіз цих даних показав – половина авіаційних подій обумовлена ненадійністю людини, як елемента складної системи авіаційного комплексу.

Оснащення штучного інтелекту заздалегідь закладеними правилами дозволить забезпечити більш високий рівень безпеки, зокрема, комп'ютерна програма безперешкодно зможе здійснити посадку літака в аеропорту навіть в складних метеорологічних умовах, забезпечити безпеку польоту в разі виникнення будь-якої технічної відмови (наприклад в разі виходу з ладу одного з двигунів), обійти штормовий фронт в разі негоди.

Це можна реалізувати за допомогою технології нейронних мереж, в концепцію яких покладено штучне інтелектуальне управління.

Штучна нейронна мережа – це математична модель, а також її програмна та апаратна реалізація, побудовані за принципом функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму.

У сфері штучного інтелекту штучні нейронні мережі було успішно застосовано для розпізнавання мовлення, аналізу зображень та адаптивного керування, для того, щоб побудувати автономних роботів. На даний час, більшість розроблених штучних нейронних мереж для штучного інтелекту базуються на статистичних оцінках, класифікації, оптимізації та теорії управління.

Однією з найнебезпечніших ділянок польоту є зліт. Виникає нестача часу для оцінки проблеми, що виникла, та її вирішення.

Для багатомоторного літака перед кожним злетом екіпаж розраховує швидкість прийняття рішення – V_1 , до досягнення якої зліт може бути безпечно припинений, а літак зупиниться в межах злітно-посадкової смуги.

Після досягнення V_1 командир повітряного судна приймає рішення про продовження зльоту або його припинення. На прийняття рішення відводиться близько 3 секунд. Тому не завжди навіть кваліфікований льотчик встигає оцінити ситуацію та прийняти оптимальне рішення. Однак автоматична комп'ютеризована система здатна досконало впоратись з цією задачею, обробивши вхідні параметри та надавши коректну відповідь за лічені мікросекунди.

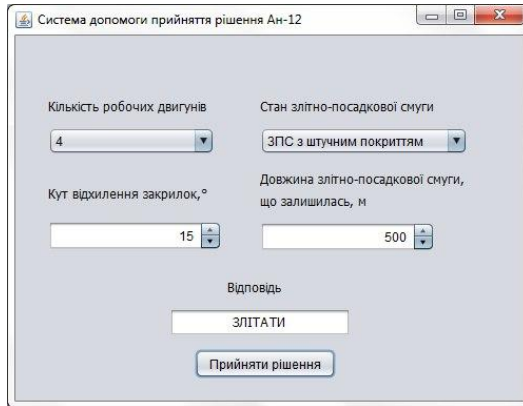


Рис. 1 Результати виконання програми при дозволі на зліт

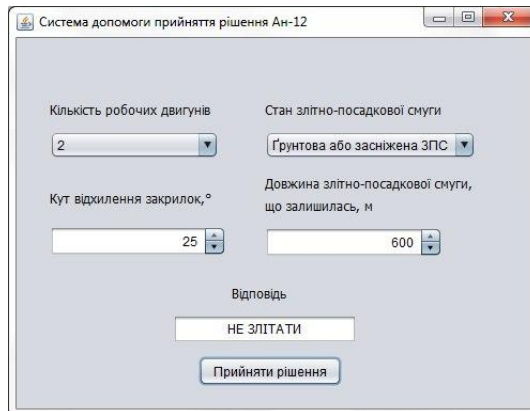


Рис. 2 Результати виконання програми при забороні на зліт

Програма, написана на Java – об’єктно-орієнтованій мові програмування, реалізує систему прийняття рішення, в принцип дії якої покладено роботу штучної нейронної мережі для літака Ан-12 – чотирьохдвигунного військово-транспортного літака, призначеного для висадки особового складу військ, перевезення поранених і великогабаритних вантажів.

Початковими даними є

- величина злітно-посадкової смуги, що лишилась після старту в момент прийняття рішення (не менше 500 м);
- кількість робочих двигунів (не менше трьох);
- кут відхилення закрилок (для ЗПС, що покрита штучним покриттям – не менше 15°, для ґрунтової або засніженої ЗПС – не менше 25°);
- стан злітно-посадкової смуги (ЗПС, що покрита штучним покриттям, ґрунтова або засніжена ЗПС).

Програма аналізує отримані дані і видає рішення на продовження зльоту чи його припинення – «ЗЛІТАТИ» або «НЕ ЗЛІТАТИ».

Нейронна мережа складається з шарів нейронів. Перший шар – це нейрони «рецептори» або нейрони вхідних даних. Останній шар нейронів вихідних даних. Ще один додатковий – це прихований шар. У нашому випадку перший шар має чотири нейрони, тобто чотири вхідних параметри.

Так як для будь якого штучний інтелекту потрібно задати початкові елементарні правила його функціонування, так і для нейронної мережі потрібно задати так званий тренувальний файл. В ньому задається урок – 3000 можливих випадків початкових умов та оптимальна реакція системи на них. Під час навчання система проходить 100000 циклів, на кожному з яких коефіцієнт помилки зменшується, допоки не стане нульовим.

Вся інформація закодована в числовому вигляді, тобто, наприклад, якщо початкові дані «500 4 1 15», то відповідь на них «0 1». А це означає, що якщо лишилось 500 м ЗПС, всі 4 двигуни в робочому стані, ЗПС зі штучним покриттям та кут відхилення закриток 15°, то система має дати відповідь «ЗЛІТАТИ» (Рис. 1). Так само і для іншого випадку. Якщо відомо, що до кінця ЗПС лишилось 600 м, кут відхилення закриток 25° та ЗПС ґрунтова або засніжена, але лише 2 робочих двигуни тоді подається команда «НЕ ЗЛІТАТИ». (Рис. 2)

Висновки

Інтелектуальні системи на основі штучних нейронних мереж дозволяють з успіхом вирішувати проблеми розпізнавання образів, виконання прогнозів, оптимізації, асоціативної пам'яті і управління.

Можливості, що надають нейронні мережі на даний час дозволяють створити системи управління нового покоління, тобто такі, що мають певну частку інтелекту. Певна інтелектуалізація управляючих систем дасть безперечні переваги.

Завдяки одній з своїх властивостей, можливості до навчання, нейронні мережі дають змогу створювати системи управління, які будуть здатні до адаптації до властивостей об'єкта, що змінюються, що неодмінно позначиться на якості управління.

З кожним роком дані технології покращують свої характеристики та набирають поширення і є все більший сенс впроваджувати їх в авіаційну сферу.

Список літератури

1. Принцип побудови і архітектура інтелектуальних систем управління [Електронний ресурс] <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/592.pdf>
2. Штучний інтелект для літаків: майбутнє авіації [Електронний ресурс] <http://avia.pro/blog/iskusstvennyu-intellekt-dlya-samolyotov-budushchee-aviacii>
3. Розробка і дослідження моделі нейромережевого регулятора [Електронний ресурс] http://studbooks.net/1195883/informatika/algoritim_programma_neyroset

V.V. Kyrychenko, PhD, N.V. Purdik, A.O. Zasikan
(National Aviation University, Ukraine)

The inversion of dynamic systems in problems of information protection

The method of transformation and transmission of information using double nonlinear information transformation is considered. The digitized message is given as an external influence on the input of a discrete dynamic system, and information about its trajectories that is implicitly dependent on the input, is sent as a signal to the communication networks.

Inverse dynamic systems.

Various aspects of the nonlinear dynamical systems theory with complex behavior of trajectories have found application in the field of information processing and protection recently. In this work we present an approach, which is related to the usage of reversible control systems theory methods in communication technologies [1,2]. The method of transformation and transmission of information using a dual nonlinear transformation of information according is worked to the following scheme: a digitized message is submitted as an external action to the input of a discrete dynamic system, information about its trajectories that is implicitly dependent on the input is sent to the communication networks as a signal. In the case when the transmitting system has the property of reversibility, an inverse system that is considered as a decoder, can be synthesized.

Suppose that the transmitter is a discrete dynamic system in which right-hand parts depend on the vector function u – the digitized information message (system input).

$$x(k+1) = f(x(k), u(k)), \quad x(0) = x_0 \quad (1)$$

$$y(k) = h(x(k)), \quad (2)$$

where $x(k) \in R^n$, $u(k) \in R^m$, $y(k) \in R^p$, determine the state vectors of the system, its input and output, respectively. An output signal is transmitted through the communication channels – a function $y(k)$ that depends on the state of the system, which depends on the system parameters (1) and the message $u(k)$. To construct equations describing the dynamics of the receiving device, let us consider the problem of determining the conditions under which the values of the input influence $u(k)$ can be restored from the values of the output function $y(k)$.

In the control theory of continuous dynamical systems, one of the ways to solve it is to construct a system inverse to the original system [3,4]. The input information sequence $u(k)$ is given to the input of the dynamic system, thereby affecting its dynamics in contradistinction to the known information conversion schemes. In this case, the output $y(k)$ may not depend explicitly on $u(k)$.

In case of natural assumptions on the single-value functions $f(x(k), u(k))$, $h(x(k))$ system (1), (2) generates a single-valued input-output mapping

$$\{x(0), u(0), u(1), \dots\} \rightarrow \{x(0), x(1), \dots\} \rightarrow \{y(0), y(1), \dots\}$$

According to the formulas

$$\begin{aligned} y(0) &= h(x(0), u(0)) = h(x(0), u(0)), \\ y(1) &= h(x(1), u(1)) = h(f(x(0), u(0), u(1)) = h_1(x(0), u(0), u(1))), \\ y(2) &= h(x(2), u(2)) = h(f(x(1), u(1), u(2)) = h_2(x(0), u(0), u(1), u(2))), \\ y(t) &= h(x(t), u(t)) = \dots = h_t(x(0), u(0), \dots, u(t)) \end{aligned}$$

in which the unknown initial state and values of the sequence $\{u(0), u(1), \dots\}$ correspond to the known output sequence $\{y(0), y(1), \dots\}$. Many theoretical and practical problems of control theory associated with the determination of the state and parameters of the system (1), the construction of stabilizing feedbacks, reduce to the inversion of this mapping. One of the methods of such inversion can be realized with the help of the reverse system, i.e. input-output system, in which the input is information about a $y(k)$ on certain interval, and the output is a function $u(k)$.

Results.

Let us consider a transmitter (encoder) – a non-linear input-output system, the input of which is the message $u(k)$

$$\begin{aligned} x_1(k+1) &= x_2(k)x_3(k) \mod N \\ x_2(k+1) &= x_1(k)x_3(k) + u(k) \mod N \\ x_3(k+1) &= x_1(k)x_2(k) \mod N \\ y(k) &= x_2(k) \end{aligned} \tag{3}$$

The signal $y(k)$ is sent to the communication network. The key for decoding is the unknown initial conditions of the system $x_1(0)$, $x_2(0)$, $x_3(0)$. The receiver (decoder) is the reverse system, with means of which the state of the transmission system is restored with known key

$$\begin{aligned} X_1(k+1) &= X_2(k)X_3(k) \mod N, \quad X_1(0) = x_1(0) \\ X_2(k+1) &= y(k+1) \mod N \\ X_3(k+1) &= X_1(k)X_2(k) \mod N, \quad X_3(0) = x_3(0) \end{aligned} \tag{4}$$

The required input influence is determined by the formula:

$$u(k) = y(k+1) - X_1(k)X_3(k) \mod N$$

Figures 1-2 show the results of encryption of a periodic signal using the automaton (5) - (6) in the finite ring $Z(2^8)$

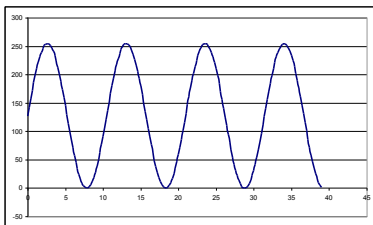


Fig. 1. The periodic signal $u(k)$

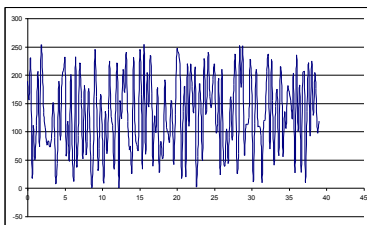


Fig. 2. The converted signal $y(k)$

The power of the ring can be easily increased, which complicates or makes it impossible to hack the method by searching the key values.

Conclusion

Any controlled dynamic system that has an input-output structure can be used directly for conversion of information. The idea of using reverse control systems with complex behavior of trajectories lies on the base of the problem of synthesizing new effective algorithms for protection of information, firstly, from unauthorized access.

References

1. Sobhy M. J. and Shehata A. Secure computer communication using chaotic algorithms // Int. J. of Bifurcation and Chaos. – vol. 10, no. 12, 2000. – P. 2831–2839.
2. Scsherback V.F., Kyrychenko V.V. Comeback control systems in communication technology // Proceedings of the Institute of Applied Mathematics and Mechanics of NAS of Ukraine. – 2003. – 8. – P. 244-252.
3. Kyrychenko V.V., Lesina Ye.V. Features of information UAV control system // Scientific papers of Donetsk National Technical University. Series: "Informatics, Cybernetics and Computer Science". – №1(22), 2016. – P.111-116.
4. Kovalev A.M. Generalized reversibility of dynamical systems in the encryption tasks / Kovalev A.M., Kozlovsky V.A., Scsherback V.F. // Applied Discrete Mathematics. – №1, 2009. – P. 20–21.

Image stabilization in IoT devices on the example of Android smartphone

This paper is devoted to create software for image stabilization in IoT devices. The developed system of stabilization gives ability to talk about unmovable text in accordance to human sight. Android code for the problem solution is organized as a library, so may be used in different real projects.

Introduction

Working on a personal computer at home or university is comfortable daily thing. But considering internet of things we should analyze remote devices, so take into account usage during a walk or in a shaky bus. To provide the best user experience developers should take into account these factors.

Internet of Things (IoT) is a term that unites all “smart” devices which may be interconnected via some network. So smart-wear, phone, interactive information board somewhere on a bus station, smart panels in cars as in [1] are the parts of IoT. A lot of these devices are wearable and remote, but some of them are put into some unstable environment so that we can say that the process of data accessing may be difficult for some cases. In this paper it is considered how image stabilization comes to solve this problem.

Device requirements

Android OS is the most popular operation system for remote devices with a lot of sensors so that it is considered in this work. Android software development kit (SDK) allows to work with a list of sensors what makes it possible to know a lot of things about device environment such as temperature, pressure, magnetic field and others [2]. But the existence of this software tools does not guarantee that some sensors will be presented on a target device. Fortunately, all devices almost have accelerometer – the main sensor which is needed for the problem solution.

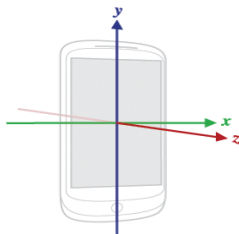


Fig. 1. Accelerometer axes direction in Android device

Accelerometer is mounted into the device and directions of its axes are shown in Fig. 1 as in [2]. The first problem to overcome is gravitation. Data measured by different accelerometers will particularly contain gravity force, but for current target changing the rotation angles of the device should not influence on an image. To get a real acceleration it can be used data obtained from gyroscope to remove the influence of gravity force to output signal. Fortunately, a lot of devices have this implementation by default and output data comes from “Linear acceleration sensor” [3].

In general, the main required sensors are accelerometer and gyroscope, but linear acceleration sensor is appreciated.

Stabilization algorithm

Simplifying the process of reading the information may be performed in several ways, depends on expected result and expected disturbances. Suppose that the main aim is to make image stay on the same place independently of device movement. The most popular way for this case was presented in [4] and is the following:

```
deltaT = time() - lastTime
velocity += acceleration * deltaT
position += velocity * deltaT
lastTime = time()
```

There are two main problems in this method:

1) Image will be on the same place even when you walk, so continuous phone movement will produce continuous image movement in the opposite direction, and after some time image will just disappear.

2) Image will not be on the same place even when phone stands still. When the sensor is started to use, gyroscope turns on and after sometime gyroscope's vertical axis will not be co-directed with gravity vector through a drift. Gravity force will not be removed accurately and the image will move slowly in the direction opposite to earth rotation.

This is how we came to idea that the image can not be left on the old place and it should be returned to the screen boundaries somehow.

```
deltaT = time() - lastTime;
velocity += acc * deltaT - vel_friction* velocity;
pos += velocity * deltaT - pos_friction* pos;
lastTime = time();
```

The mentioned above algorithm was implemented with the help of Simulink model of stabilization which is presented in Fig. 2.

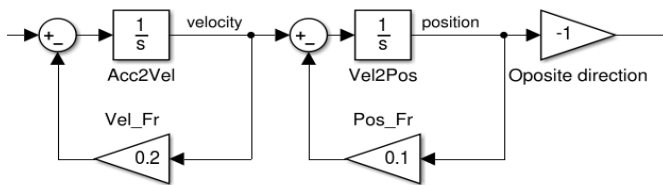


Fig. 2. Simulink model for non-optimized image stabilization

By providing non-unit feedbacks it can be controlled the behavior of image. For testing the stabilization algorithm on real device the Android application was created and checked out with different coefficients. Besides the physical meaning of these coefficients, the first coefficient is responsible for speed of image real reaction and the second one is responsible for distance on which the image may move from center. This is very rough explanation and more accurate one will be given further. For some type of visible stabilization it may be enough to put strict values somewhere around 0.2 for velocity and 0.1 for position friction coefficient.

Optimizing the existed method for specific cases

The received result gives the basic effect of an image stabilization. Optimization of method mentioned above may only be provided if it is considered some thinner cases for disturbances. In a lot of systems disturbances are periodic, even just an impulse in natural environment behaves as harmonic oscillation with redundant amplitude. There are a lot of examples for this method application, but we take a look at Parkinson's disease patient. Depends on a stage, patient's hand is shaking with some defined, usually constant, frequency which varies in 5-7 Hz. So theoretically, knowing the frequency of oscillations it can be set correspondent feedback coefficients for the system in such a way that image will look like unmovable.

Detecting frequency

Continuous detection of frequency from noisy signal is not a simple thing. Following factors should be considered for accurate results receiving:

- Accelerometer sensor is able to measure the output data every 0.01 second. What means that target signal will not be very saturated, so it has low resolution.
- Even calibrated device has some noise, which should not have an influence on frequency.
- It should be expected that frequency may change several times per second, so it is important to identify frequency in a very short time.

Taking into account all these factors it was decided to create an algorithm which defines a frequency per time which is equal to a half of period. This method is based on detection of sign change, taking into account that some noise may influence so, that the signal will change sign several times in area close to zero. For example, if the frequency is equal to 5 Hz, we will detect it in 0.1 sec. Multithreading gives ability to continuously detect frequency in a very short time. One of thousands of visualized algorithm's results is shown in Fig. 3, where it is easy to see algorithm's ability to neglect sign changes caused by noise and define half-period time accurately enough.

When the noise has amplitude which is greater than the half of signal amplitude, huge errors may appear, which are neglected by simple logical operations. These errors exist only in specific unnatural environment, for example when huge friction is presented or when the nature of oscillations is non-harmonical. Also to avoid unexpected wrong frequencies and to smooth frequency changings some kind of data-capacitor, which gathers several last values, was again applied. What gives ability to analyze last frequencies and proceed with generalized middle value.

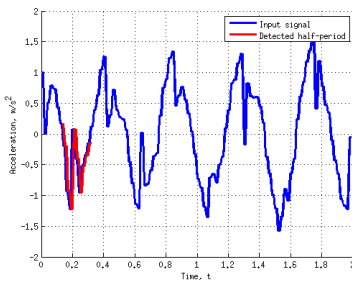


Fig.3. Half-period detection algorithm result

Control synthesis

Having continuous frequency detection we can proceed with several tests with different feedback coefficients. So having correspondent frequencies for different velocity coefficients we can talk about some relationship (see Fig. 4) between these values and design a dependency function.

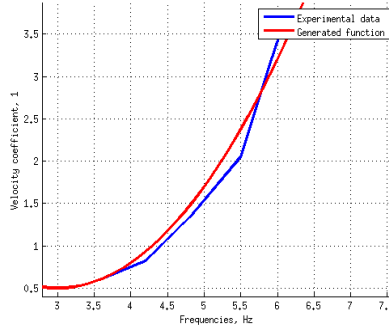


Fig. 4. Approximation of generated function to experimental data

Conclusion

The existed method gave the ability to see basic visual stabilization of some important data, like text. The basic effect includes only smooth transposition in direction opposite to disturbance, when applying developed system of stabilization gives ability to talk about unmovable text in accordance to human sight. Function which describes correspondence between frequency and coefficients may and should be optimized due to new and more accurate experiments. But even now, by applying this function to the stabilization system it is possible to increase stabilization performance in several times.

The proposed method makes the system more flexible and sensitive. Android code which is published on GitHub (<https://github.com/Nazacheres/NoShake>) is organized as a library, so may be used in different real projects.

References

1. V. Ovidiu, "Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments". April 2013. Denmark: River Publishers.
2. Official documentation for Android SDK, "Sensors Overview", https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview
3. Official documentation for Android SDK, "Motion Sensors", https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_motion
4. Abali, B., Franke, H. and Giampapa, M. E. Method and apparatus for image stabilization in display device. US Patent 6'317'114, (1999).

Т.Д. Элмурадов, З.З. Шамсиев, д.т.н.
(Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан)

Рекомендации по применению процедурного ОВД при условии РЛК в районе ответственности диспетчерского пункта

В данной статье приведена аналитическая оценка эффективности методов радиолокации, на основе которой делается вывод о необходимости совершенствования технологии регистрации данных о состоянии воздушного движения. В качестве инновации предлагаются рекомендации по рациональному использованию технологии процедурного контроля

Процедурный контроль - метод оказания услуг службы ОВД без использования радара. Этот метод используется в тех частях мира, где земля мало заселена людьми, а также при полетах над океаном, так как в этих широтах трудно установить радиолокатор. Этот метод также может использоваться в низко загруженных аэропортах, где установка радиолокатора и содержание персонала, не оправдывают материальные затраты. Также метод процедурного контроля может использоваться совместно с радиолокационным контролем для оказания помощи диспетчеру РЛК и в случае отказа радиолокатора.

В авиадиспетчерской службе риском столкновения самолета управляют, применяя правила эшелонирования. Эти правила требуют, чтобы самолет был отделен от других воздушных судов минимальным вертикальным расстоянием (эшелонирование), или если вертикальное эшелонирование невыполнимо, минимальным горизонтальным расстоянием, определенным различными средствами. Одним из средств обеспечения горизонтальных интервалов диспетчером, является радиолокационное управление. Сущность радарного контроля является основной формой управления воздушным движением и знакома многим профессионалам.

Однако во времена, когда транспортная система УВД не была достаточно укомплектована радаром и, сейчас, в определенных частях мира установка радиолокатора не осуществлена применялись и применяются другие методы УВД, одним из них является процедурный контроль.

Процедурный контроль - один из методов обеспечения УВД, с помощью которого эшелонирование ВС осуществляется на основе временных интервалов.

Основное правило процедурного контроля состоит в том, что каждый самолет разделен на маршруте, и никакой другой самолет, выполняющий полет на этом же маршруте не находится на этой же высоте, или имеется временной интервал между ними.

Используя процедурный контроль, диспетчер должен поддерживать в уме картину воздушного пространства, с находящимися в нем ВС, основываясь на данных, записанных в рабочем журнале или "стрипах", которые содержат их маршрут, высоту и время пролета определенных

пунктов. Эта информация постоянно оценивается и сравнивается с другой информацией о ВС для избежание конфликта воздушного движения. Для конфликтующих ВС, диспетчер изменяет высоту (эшелон), скорость или направление полета, постоянно анализирует воздушную обстановку.

Основными и важнейшими задачами системы УВД являются задачи обеспечения безопасности, экономичности и регулярности воздушного движения. Решение данных задач обеспечивается на этапах организации, планирования и непосредственного УВД, в котором принимает участие такое звено простейшего контура УВД как человек. Эффективность непосредственного УВД в значительной степени определяется эффективностью принятия решений (ПР) диспетчером УВД, причем этап ПР, по всей видимости, является ключевым, наиболее существенным этапом профессиональной деятельности диспетчера. Принятие решений диспетчером УВД обеспечивается, во-первых, с помощью средств радиолокационного контроля (РЛК), и, во-вторых, с помощью средств процедурного контроля воздушного движения (ПК ВД). Необходимо отметить, что сегодня во всем мире РЛК и ПК используются параллельно как два относительно независимых вида контроля.

Недостатками РЛК являются: очень высокая стоимость, невозможность 100% го перекрытия воздушного пространства (а иногда и отсутствие экономической целесообразности 100% го перекрытия), невысокая надежность средств РЛК, возможность появления ложных меток ЛА, возможность полного или частичного отказа и др. Все это делает невозможным обеспечить абсолютную надежность РЛК и обуславливает необходимость ведения ПК ВД, который является основным способом контроля на тех участках воздушного пространства, где нет РЛК, а также в местах полного или частичного отказа радиолокатора.

Следует добавить, что система УВД Узбекистана функционирует в условиях, которые существенно отличаются от условий функционирования УВД в Европе и США. Этими особенностями являются большая территория нашей страны, высокая стоимость обслуживания средств радиолокации, навигации и связи в удаленных регионах, а также низкая интенсивность ВД в ряде регионов. Поэтому, если, например, в некоторых регионах развитых странах мира с высокой плотностью воздушного движения воздушное пространство перекрыто радиолокационным контролем до трех крат и более, то в Узбекистане обеспечить многократное перекрытие воздушного пространства радиолокационным контролем просто невозможно по экономическим соображениям. Многие радиолокаторы нашей страны находятся на пределе выработки ресурса. Все это делает радиолокационный контроль в воздушном пространстве Узбекистана менее надежным, чем в развитых странах мира с высокой плотностью воздушного движения, и обуславливает необходимость использования средств ПК ВД.

Сеть воздушных трасс (ВТ) РУз, перекрыта полем вторичных РЛС на 90% соответственно на высотах от 6000 до 15000 м, только 30% протяженности ВТ ниже 6000м, перекрыта полем ВРЛ. Вместе с тем, средства ПК ВД, в настоящее время используемые в системе УВД РУз далеки от

совершенства.

В ГА на рабочих местах диспетчера ПК гражданских секторов РЦ ЕС УИВП и МДП основными средствами ПК воздушного движения является диспетчерский график и планшет (палетка). Диспетчерский график применяется преимущественно на рабочих местах диспетчера РЦ, а планшет (палетка) - на рабочих местах диспетчера МДП. Необходимо отметить, что диспетчерский график был введен в эксплуатацию почти полвека (!) назад, а планшет и палетка - еще раньше. Недостатки существующих средств ПК бросаются в глаза даже человеку, далекому от авиации.

Достаточно сказать, что ПК - это способ решения определенных задач, возникающих в процессе непосредственного УВД, и что их решение в настоящее время предусматривается с помощью листа бумаги, линейки и карандаша. Но если эти задачи можно решать с помощью линейки и карандаша, то неужели в наш век информатики и вычислительной техники их нельзя решать с помощью персонального компьютера? Другими словами, традиционные средства процедурного контроля в настоящее время морально устарели. В соответствии с прогнозом ИКАО развития воздушного транспорта в течение 2010-2025 гг. объем мировых перевозок, измеряемый выполненными пассажирами-километрами, будет возрастать в среднем ежегодно на 4,5%; объем движения воздушных судов, выраженный показателем вылетов воздушных судов, будет возрастать ежегодно на 2,5 % и за 15 лет вырастет на 30%. В настоящее время созрели технические предпосылки для разработки средств ПК на основе современной компьютерной техники и современного программного обеспечения. В то же время такая разработка невозможна без серьезного научного исследования, целью которого было бы исследование теоретических основ ПК, разработка методологической базы создания средств и методов ПК ВД. Следует отметить, что в известной современной научно-технической литературе теоретические аспекты ПК ВД обходятся стороной. Возможно, они считаются несерьезными, неактуальными.

В настоящее время производителями систем УВД России разрабатываются средства ПК ВД на основе компьютерной техники. В частности, фирмой «НИТА» была разработана система процедурного контроля «Окно» в основу которой был положен так называемый «трек по плану». Что касается зарубежного опыта, то известная фирма «Томпсон», поставившая современные системы УВД в Казани, Ташкенте, Ашхабаде, для диспетчера процедурного контроля разработала электронные стрипы, представляющие собой изображения обычных бумажных стрипов на экране. Однако такого рода разработки ведутся, что называется, «на ощупь», без серьезной теоретической базы, в лучшем случае используя рекомендации «Евроконтроля», ввиду чего некоторые системы процедурного контроля (СПК) ВД перечисленных производителей обладают порой весьма серьезными недостатками.

Так, например, электронные стрипы фирмы Томпсон, по свидетельству диспетчеров, не позволяют осуществлять УВД при отказе радиолокатора, то есть, по сути, не выполняют свою основную функцию.

Список литературы

1. Правила полетов гражданской и экспериментальной авиации в воздушном пространстве Республики Узбекистан (АП РУз-91);
2. Руководство по организации воздушного движения. ПСК/ЦУАН/ОВД-01.
3. Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения (ICAO Doc 4444);
4. Конвенция о международной гражданской авиации (Чикагская конвенция) Doc 7300/9. Подписана в Чикаго 7 декабря 1944 года. Издание девятое, 2006г.
5. Doc 4444, ATM/501. Правила аэронавигационного обслуживания (PANS-ATM). Издание пятнадцатое, 2007 год
6. Обслуживание воздушного движения. Приложение 11 к Конвенции о международной гражданской авиации. Издание тринадцатое, Июль 2001 года
7. Правила полетов. Приложение 2 к Конвенции о международной гражданской авиации. Издание десятое, Июль 2005 года.
8. Типовая технология работы диспетчера УВД.

*А.Й. Незенко, В.Г. Вірченко, к.т.н., О.В. Білик, С.О. Козлов
(Державне підприємство «АНТОНОВ», Україна)*

Процесний підхід до управління формуванням геометричних параметрів літака

*Розглянуто процесний підхід при формуванні геометричних параметрів літака .
Запропоновано концепцію та висвітлено місце і роль геометричного процесу в загальному процесі створення літака.*

Згідно з міжнародним стандартом ISO 9000 «Системи менеджменту якості» потрібні передбачувані результати більш ефективні, коли діяльність здійснюється та керується у вигляді взаємопов'язаних процесів, що функціонують як цілісна система. Тому основоположною базою сучасних підходів до управління є процесний підхід. Цей підхід передбачає визначення системи процесів, що виконуються в організації. В стандарті ISO 9000 *процес* визначено як сукупність взаємопов'язаних видів діяльності, що трансформують вхідні дані в вихідні.

Під час створення літака здійснюється цілий комплекс різноманітних дій, спрямованих на забезпечення належних характеристик виробу шляхом трансформації вхідних даних в необхідний результат. Таким чином створення складної технічної продукції машинобудування, наприклад сучасного літака, є сукупністю процесів, кожний з яких відповідає за забезпечення певних проектних характеристик виробу. Необхідні геометричні параметри літака також досягаються завдяки послідовним діям, спрямованим на отримання визначених результатів шляхом трансформації вхідних даних. Діяльність спрямовану на забезпечення необхідних геометричних параметрів потрібно розглядати як окремий геометричний процес. Геометричний процес взаємопов'язаний з іншими процесами.

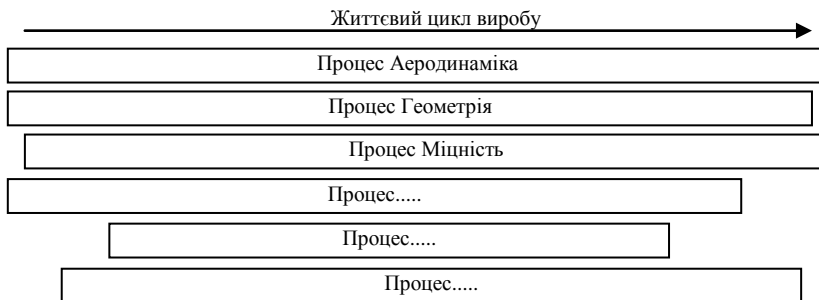


Рис. 1. Загальна схема процесного підходу на протязі життєвого циклу виробу

Розглянемо геометричний процес як складову загального процесу створення літака. На Рис.2 зображено схему геометричного процесу, на якій показано вхідні дані, вихідні результати та споживачів результатів процесу.



Рис. 2. Схематичне зображення геометричного процесу

В умовах повного електронного визначення виробів всі основні процеси базуються на геометричних даних, тому геометричний процес є інтегруючим для всіх інших процесів. Особливо яскраво ця роль виражена в літакобудуванні.

Для забезпечення всіх підрозділів, які задіяні в створенні літака, геометричною інформацією починаючи з самих ранніх етапів, геометричний процес поділяється на підпроцеси. Ступінь зрілості і деталізації геометричної інформації кожного підпроцесу відповідає потребам поточного етапу проектування.

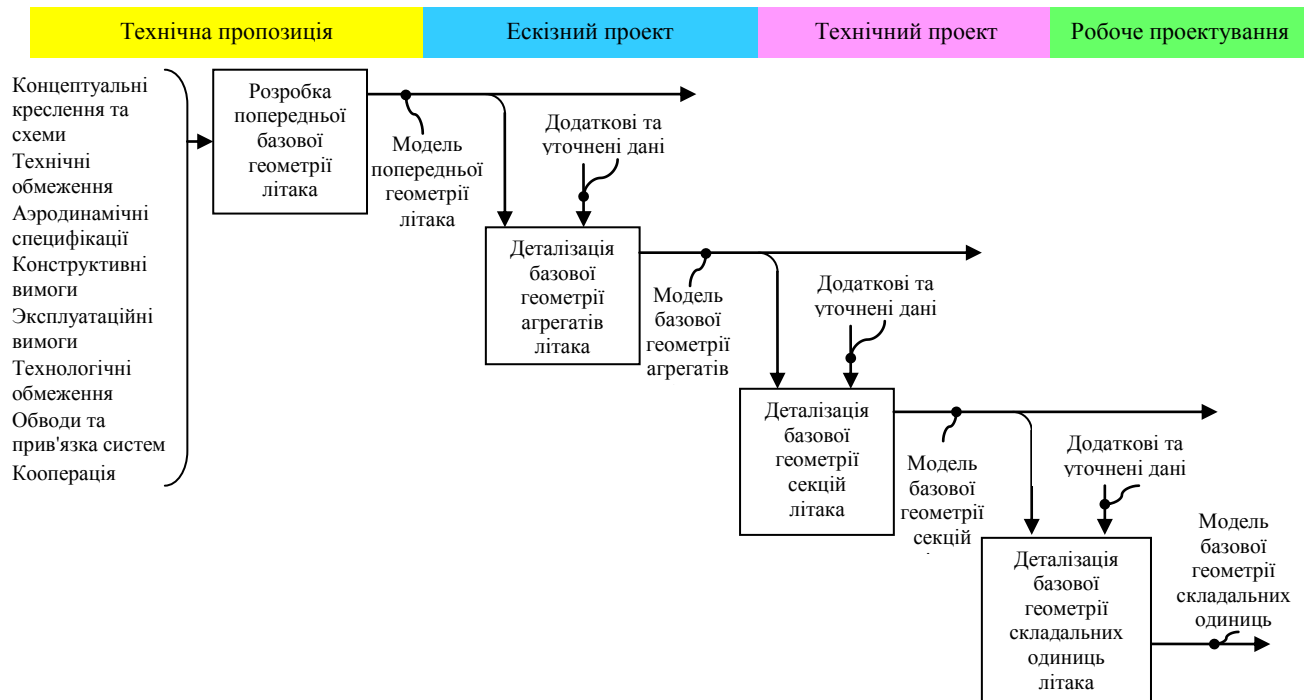


Рис. 3. Схема поділу геометричного процесу на головні підпроцеси

На Рис. 3 зображена схема поділу геометричного процесу на 4 головні підпроцеси:

- Розробка попередньої базової геометрії літака
- Деталізація базової геометрії агрегатів літака
- Деталізація базової геометрії секцій літака
- Деталізація базової геометрії складальних одиниць літака.

Ці підпроцеси проходять в різний час і мають різні рівні деталізації в залежності від етапу проектування.

Кожен з головних підпроцесів в свою чергу поділяється на більш детальні підпроцеси, Рис. 4. Принципи формування геометричних даних в цих підпроцесах аналогічні і деталізують формування геометричної інформації .

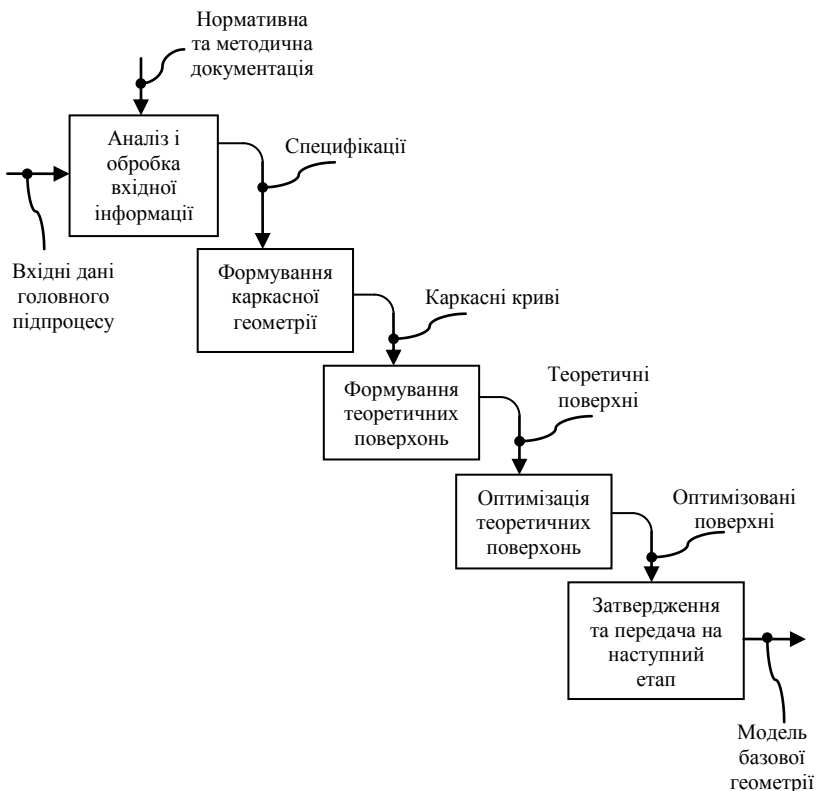


Рис. 4. Схема поділу головних підпроцесів

В даній статті розглянуто геометричний процес в аспекті формування проектних геометричних параметрів виробу до стадії виробництва. Реалізація геометричного процесу на стадії виробництва в аспекті моніторингу та аналізу формування фактичних геометричних параметрів виробу у взаємодії з процесами аеродинаміки, міцності, конструкції дозволяє виявляти відхилення від проектних параметрів на ранніх етапах робіт та своєчасно вживати заходи для усунення недоліків. Перспективним є впровадження геометричного процесу на стадії експлуатації в аспекті збору та аналізу статистичних даних щодо зміни геометричних параметрів в процесі експлуатації.

Застосування концепції процесного підходу забезпечує реалізацію принципу паралельного проектування та дозволяє приймати ключові рішення на ранніх стадіях створення літака. Дозволяє виділити та зафіксувати ключові етапи та стадії життєвого циклу та ефективно контролювати їх виконання.

Запропонована концепція процесного підходу до формування геометричних параметрів літака є складовою загальної концепції технології підтримки життєвого циклу виробу і може бути реалізована за допомогою сучасних інформаційних комплексів, таких як Enovia/Catia фірми Dasso Systemes або Teamcenter/NX компанії Siemens.

Список літератури

1. ISO 9000:2015, Система менеджмента качества – Основные положения и словарь.
2. *Ванин В.В.* Разработка компьютерных моделей базовой геометрии самолета с использованием современных информационных технологий / И.В. Ванин, Г.А. Вирченко, Я.И. Ткачевский // Открытые информац. и компьют. интегрированные технологии. – Вып. 42. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2009. – С. 82-86.
3. *Гребеников А.Г.* Метод интегрированного проектирования и компьютерного моделирования фюзеляжа гражданского самолета с помощью интегрированных систем CAD/CAM/CAE/PLM / А.Г. Гребеников, А.З. Двейрин, Ю.Н. Геремес, А.М. Гуменный // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологи. – Вып. 30. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2006. – С. 10-30.
4. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення - Київ: Держстандарт України, 1996

Н.Д. Новицька
(Національний авіаційний університет, Україна)

Аналіз впливу усунення завад на точність вимірювального каналу

Виконано порівняльний аналіз якості (точності) вимірювального каналу рухомих об'єктів без усунення та з усуненням завад вимірювання.

До якості (точності) процесів спостереження координат «вхід-вихід» рухомих об'єктів, які підлягають управлінню наше сьогоднішнє виставляє дуже високі точності вимоги, адже поняття якості – одне з визначальних в інженерній практиці.

Питання покращення якості, останнім часом, перебуває в центрі уваги наукової, а також інженерної діяльності. Для певної складної системи, поняття якості набуває конкретного значення (точності, близькості і т.д.).

У вимірювальних системах точність обирають як еквівалент якості системи [1]. Коли близькість (точність) виконання нормативного функціонування системи є еквівалентом її якості, то його починають оцінювати з визначення поняття помилки системи під час функціонування. Отже, під час проведення аналізу системи управління використовують показники, які визначають точність системи – характеристики похибки. Для визначення кількісної оцінки якості системи вводять критерії – показники якості.

Досягнення високих точносних рівнів у складних системах пов'язують з максимальним послабленням дії саме випадкових впливів.

Виконаємо порівняльний аналіз якості (точності) вимірювального каналу рухомих об'єктів без усунення та з усуненням завад вимірювання. Розглянемо задачу аналізу якості (з урахуванням традиційного способу [2, 3]) оптимального вимірювального каналу багатовимірного рухомого об'єкту без усунення завад вимірювання. Вважається, що бортові вимірювальні засоби, їх матриця передаточних функцій K і вектори φ випадкових завад вимірів, були заздалегідь оцінені в процесі так званої [3] динамічної атестації вимірювачів при їх напівнатурному моделюванні в деяких штатних режимах функціонування прототипів створюваного об'єкту. Структурна схема досліджуваного тракту спостереження представлена на рис. 1.

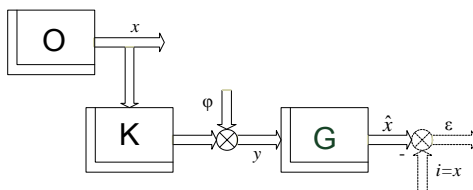


Рис. 1. Структурна схема тракту спостереження вихідного вектора x динамічного об'єкту.

Із структурної схеми (рис. 1) видно, що вимірювальний вектор y можливо визначити так

$$y = Kx + \varphi, \quad (1)$$

а вектор вихідних координат об'єкту має бути записаний таким чином

$$x = K^{-1}(y - \varphi). \quad (2)$$

Функціонал якості системи спостереження традиційно, наприклад [3], представляється у вигляді

$$e = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} \text{tr}(S'_{\mathcal{E}\mathcal{E}} R) ds \quad (3)$$

де $S'_{\mathcal{E}\mathcal{E}}$ – транспонована матриця спектральної щільності вектора помилок спостереження \mathcal{E} , R – позитивно-визначена вагова матриця, $s = j\omega$.

Із рисунка видно також, що оцінку вектора стану об'єкту \hat{x} необхідно записати як

$$\hat{x} = Gy,$$

а вектор помилок спостереження \mathcal{E} , використавши вирази (1) і (2), таким чином

$$\mathcal{E} = \hat{x} - x = (G - K^{-1})y + K^{-1}\varphi; \quad (4)$$

Ермітово-спряжений вектор помилок спостереження (в цьому випадку) повинен мати вигляд

$$\mathcal{E}_* = y_*(G_* - K_*^{-1}) + \varphi_* K_*^{-1}, \quad (5)$$

Згідно з теоремою Вінера-Хінчина [2, 3], транспонована матриця спектральної щільності вектора помилок спостереження буде мати вигляд

$$\begin{aligned} S'_{\mathcal{E}\mathcal{E}} = \langle \mathcal{E}\mathcal{E}_* \rangle &= (G - K^{-1})S'_{yy}(G_* - K_*^{-1}) + \\ &+ (G - K^{-1})S'_{\varphi y}K_*^{-1} + K^{-1}S'_{y\varphi}(G_* - K_*^{-1}) + \\ &+ K^{-1}S'_{\varphi\varphi}K_*^{-1} \end{aligned} \quad (6)$$

де \mathcal{E} і \mathcal{E}_* визначаються виразом (4) і (5); знак $\langle \rangle$ – символ математичного очікування; $S'_{yy}, S'_{\varphi y}, S'_{y\varphi}$ і $S'_{\varphi\varphi}$ – транспоновані матриці спектральних і взаємних спектральних щільностей векторів y і φ відповідно.

Матрицю (6) необхідно підставити у функціонал (3), який мінімізується методом Вінера-Колмагорова [3].

Оптимальна структура G фільтра має вигляд:

$$\hat{G} = (R^+)^{-1}(T_0 + T_+)D^{-1} \quad (7)$$

де x - вектор вихідних сигналів об'єкту управління ОУ, який являє собою стаціонарний випадковий n - мірний процес, а найкращу точнісну оцінку \hat{x} треба визначати вже на другому етапі синтезу; $K_1 = K_0 K$ - матриця передаточних функцій вимірювача, яка має бути використана у процедурі.

Вектор помилок при врахуванні структури G_1 має вид

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \hat{v} - v = G_1 y - (y - \varphi) = (G_1 - E_n) y + \varphi; \\ \varepsilon_{1*} &= y_* (G_{1*} - E_n) + \varphi_* \end{aligned} \quad (9)$$

де «*» - знак ермітового спряження.

За допомогою теореми Вінера-Хінчина [1,2] транспоновану матрицю спектральних щільностей ε_1 можливо отримати у наступному вигляді

$$\begin{aligned} S'_{\varepsilon_1 \varepsilon_1} &= \langle \varepsilon_1 \varepsilon_{1*} \rangle = (G_1 - E_n) S'_{yy} (G_{1*} - E_n) + \\ &+ (G_1 - E_n) S'_{\varphi y} + S'_{y \varphi} (G_{1*} - E_n) + S'_{\varphi \varphi} \end{aligned} \quad (10)$$

Тут знак $\langle \rangle$ - символ математичного очікування, S'_{yy} , $S'_{\varphi y}$, $S'_{y \varphi}$ - транспоновані матриці спектральних та взаємних спектральних щільностей векторів сигналів y і φ .

Функціоналу якості [1,2] спостереження з урахуванням матриці (10) має вигляд:

$$e_1 = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} \text{tr}(S'_{\varepsilon_1 \varepsilon_1} R_1) ds \quad (11)$$

де R_1 - відома позитивно визначена поліноміальна вагова матриця, $s = j\omega$; "tr" - слід матриці.

Оптимальної структура \hat{G}_1 має вигляд

$$\hat{G}_1 = \Gamma_1^{-1} (T_{10} + T_{1+}) D_1^{-1}. \quad (12)$$

Підставивши результат (10) у функціонал (11) та обчисливши його, отримаємо мінімальне досяжне значення дисперсії помилки ε_1 .

З рисунку 2 видно що на вхід структури G_2 потрапляє вектор сигналів v_0 , який відповідно виразам (8) складається таким чином

$$v_0 = y - (y - \hat{v}) = \hat{G}_1 y,$$

а оцінка вектора вихідних сигналів \hat{x} має виглядати так

$$\hat{x} = G_2 \hat{G}_1 y \quad (13)$$

Вектор помилок ε_2 спостереження виходу об'єкту x треба визначити наступним чином

$$\begin{aligned}\varepsilon_2 &= (G_2 \hat{G}_1 - K_1^{-1})y + K_1^{-1}\varphi; \\ \varepsilon_{2*} &= y^* (\hat{G}_1^* G_{2*} - K_1^{-1}) + \varphi^* K_1^{-1};\end{aligned}\quad (14)$$

а з урахуванням виразів (13) і (14) транспонована матриця спектральних щільностей вектора ε_2 відповідно теоремі Вінера-Хінчина має вид

$$\begin{aligned}S'_{\varepsilon_2 \varepsilon_2} &= \langle \varepsilon_2 \varepsilon_2^* \rangle = (G_2 \hat{G}_1 - K_1^{-1}) S'_{yy} \times \\ &\times (\hat{G}_1^* G_{2*} - K_1^{-1}) + (G_2 \hat{G}_1 - K_1^{-1}) S'_{\varphi y} K_1^{-1} + \\ &+ K_1^{-1} S'_{y\varphi} (\hat{G}_1^* G_{2*} - K_1^{-1}) + K_1^{-1} S'_{\varphi\varphi} K_1^{-1}\end{aligned}\quad (15)$$

де $\hat{G}_2 = \Gamma_2^{-1}(T_{20} + T_{2+})D_2^{-1}$.

Отже, функціонал якості спостереження приймає вид

$$e_2 = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} \text{tr}(S'_{\varepsilon_2 \varepsilon_2} R_2) ds, \quad (16)$$

Підставивши результати складання виразу (15) в функціонал (16) та обчисливши останній, можливо отримати значення мінімальної дисперсії помилки спостереження вектора сигналів x виходу об'єкта управління.

За результатами практичних конкретних задач аналізу можна визначити точність (якість) вимірювального каналу рухомих об'єктів без усунення та з усуненням завод у тракту вимірювання вихідних координат об'єкту

Висновки

Виконано порівняльний аналіз якості (точності) вимірювального каналу рухомих об'єктів без усунення та з усуненням завод вимірювання з використанням інформації, заздалегідь отриманої в процесах динамічної атестації бортових вимірювачів при їх напівнатурних випробуваннях і за результатами структурної ідентифікації моделей динаміки прототипів створюваних об'єктів після їх натурних випробувань. За результатами визначення відносної дисперсії помилки було виявлено, що при наявності додаткового обчислювального пристрою, який усуває вектор завод φ із тракту спостережень, значення відносної дисперсії помилки мінімізоване.

Список літератури

1. Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы. – М.: Мир, 1977. – 650 с.
2. Блохин Л.Н. Модернизированная многомерная винеровская фильтрация. Кибернетика и вычислительная техника. – Вып. 136, 2002. – с. 77-78.
3. Блохин Л.М., Буриченко М.Ю., Н.В. Білак, О.П. Кривоносенко, Ю.М. Безкоровайний Статистична динаміка систем управління: Підручник. – К.: НАУ, 2014. – 300с.

Розробка фільтра для барометричного датчика висоти безпілотних літальних апаратів

Розглянуто особливості вимірювання висоти безпілотних літальних апаратів. Здійснено аналіз характеристик і обґрунтований вибір барометричного датчика висоти низької вартості. Запропоновано просту процедуру фільтрації вимірювальних даних.

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є перспективним напрямом розвитку аеронавігації. Безпілотні літальні апарати мультіроторного типу представляють великий інтерес для таких сфер діяльності, як аерофотозйомка, моніторинг місцевості та ін. Малі розміри таких БПЛА забезпечують виконання польотів в умовах обмеженого простору та в місцях, небезпечних для життя людини. Для вирішення завдань управління БПЛА необхідно здійснювати зберігання, оброблення та аналіз інформації про параметри польоту [1].

Для підвищення точності оброблення інформації може бути використана фільтрація. На відміну від фільтра Калмана, бажано розробити простий фільтр, який забезпечує високу швидкість роботи і не вимагає використання попередньої інформації про похибки датчика. Відомо, що фільтр Калмана має високу чутливість до неточності статистичних характеристик вимірювальних каналів. Ця проблема є досить складною, оскільки її розв'язання потребує проведення статистичних випробувань, додаткового обладнання, розроблення методів випробувань і т. ін.

Вимірювання висоти БПЛА може здійснюватись за допомогою датчика BMP085, який належить до нового покоління високоточних цифрових датчиків абсолютного тиску атмосфери [2]. Датчик забезпечує низьку похибку вимірювання висоти (0,25 м), має високий час перетворення інформації. BMP085 розроблений на основі п'єзоелектричної технології. Це забезпечує його високу надійність, точність, лінійність і довгострокову стабільність. Вихідною інформацією цього датчика є дані про барометричний тиск та температуру навколишнього повітря [2, 3].

Датчик може працювати в наступних режимах [2]:

- режим зниженого споживання потужності;
- стандартний режим;
- режим високого розрізнення;
- режим ультра-високого розрізнення.

Наявність цих режимів робить датчик універсальним. Використання різних режимів дозволяє забезпечити оптимальне співвідношення між споживанням потужності і розрізняювальною здатністю залежно від того, що має більш високий пріоритет у даний момент часу. Такі переваги забезпечують успішне використання датчика у вищевказаних застосуваннях.

Барометрична висота може бути визначена на основі виміряного тиску і тиску на рівні моря з використанням барометричної формули [3]

$$H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{R\tau} \right], \quad (1)$$

де H – висота над рівнем моря, що розраховується в метрах; T_0, p_0 – температура і тиск в стандартних погодних умовах; τ – градієнт температури; R – питома газова стала.

Рівняння (1) після підстановки числових даних може набуває вигляду [2]

$$H = 44330 \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{1/5,255} \right]. \quad (2)$$

Відповідно до виразу (2) зміна тиску 1 гПа відповідає висоті 8,43 м для $p_0=1013,25$ гПа. Аналіз характеристик датчика BMP085 [2] показує, що точність вимірювання тиску становить 0,03 гПа. Це значення відповідає похибці висоти 0,25 м [1]. Слід зазначити, що у даний час датчик BMP085 є одним з найкращих барометричних датчиків цього класу. Але цей датчик має деякі недоліки. Під час вимірювань він може сприймати високочастотні коливання навколишнього повітря, що може призвести до зниження точності вимірювань. Щоб уникнути цього зниження точності, необхідно застосовувати фільтрацію.

Алгоритм обробки даних містить наступні етапи.

- вибір режиму оброблення даних;
- зчитування калібрувальних коефіцієнтів з пам'яті датчика;
- зчитування даних з датчика тиску в цифровій формі;
- зчитування даних з датчика температури в цифровій формі;
- фільтрація даних;
- представлення даних про тиск і температуру в стандартних одиницях вимірювання;
- розрахунок висоти за допомогою барометричної формули;
- представлення отриманих даних на дисплеї.

Розробка фільтрів з кінцевою імпульсною характеристикою є більш складною у порівнянні з аналогічними фільтрами з нескінченною імпульсною характеристикою [4]. Порівняльний аналіз класичних фільтрів цього типу показує переваги фільтру Баттерворта [4]. Такі фільтри забезпечують плавність амплітудно-частотної характеристики у смузі пропускання. Кінцевою метою проектування цифрового фільтра є розрахунок елементів чисельника (b) і знаменника (a) його передавальної функції [4]

$$G(z) = \frac{y(z)}{x(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}}{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_m z^{-m}} \quad (3)$$

Проектування дискретних фільтрів в обчислювальному середовищі MatLab можуть бути реалізовано за допомогою таких процедур, як `butter`, `cheby1`, `cheby2` та ін.

Розробка фільтрів з нескінченною імпульсною характеристикою може бути виконана на основі створення відповідного аналогового прототипу [4]. Цей спосіб включає визначення передавальної функції безперервного фільтра із наступним її представленням у форматі цифрового фільтру. Він може бути реалізований за допомогою білінійного перетворення s-площини у z-площину. Білінійне перетворення може бути реалізовано у програмному середовищі MatLab за допомогою функції *bilinear*. Інший спосіб проектування цифрового фільтра за допомогою аналогового прототипу полягає у перетворенні параметрів аналогового фільтра в дискретні [4].

Імпульсна характеристика дискретного фільтра повинна збігатися з імпульсною характеристикою аналогового фільтра в дискретні моменти часу. Це реалізується за допомогою функції *impinvar*. Безпосереднє проектування цифрового фільтра можливе за допомогою функції *butter*. Оскільки діапазон частоти змінювання дискретного сигналу завжди менший, ніж частота дискретизації, усі частотні характеристики дискретних фільтрів визначаються в діапазоні від 0 до частоти Найквіста [4]. Розрахунок фільтра з нескінченною імпульсною характеристикою може бути здійснений на основі заданої амплітудно-частотної характеристики. Для вирішення проблеми оброблення даних було вибрано фільтр Баттерворта, який має плоску частотну і лінійну фазову характеристики. Фільтр був розроблений засобами системи MatLab. Мінімальний порядок дискретного фільтра був визначений за допомогою функції *buttord*. Синтез дискретного фільтра був реалізований з використанням функцією *butter*. Спроекований фільтр забезпечує обмеження спектра височастотного шуму. Фільтр з передавальною функцією (3) був розроблений на основі наступних вихідних даних:

- частоти дискретизації вхідного сигналу;
- частоти зрізу;
- рівня пульсацій в смузі пропускання;
- рівня пульсацій в смузі затримання.

Імпульсну характеристику фільтра Баттерворта представлено на рис. 1.



Рис. 1. Імпульсна характеристика спроекованого фільтра Баттерворта

Передавальна функція спроектованого фільтру набуває вигляду:

$$H(z) = 0.01 \frac{b_{1n} + b_{2n}}{a_{1n} + a_{2n}};$$

$$b_{1n} = 0.005 + 0.5z^{-1} + 2.5z^{-2} + 7.4z^{-3} + 15z^{-4};$$

$$b_{2n} = 20.8z^{-5} + 2.1z^{-6} + 15.9z^{-7};$$

$$a_{1n} = 1 - 8.8z^{-1} + 35.56z^{-2} - 86.4z^{-3};$$

$$a_{2n} = 140.7z^{-4} - 160.9z^{-5} + 132z^{-6} - 77.65z^{-7}.$$

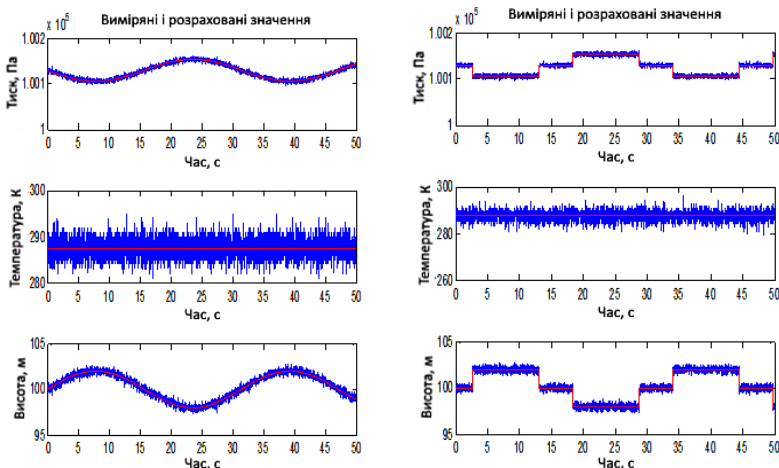
(4)

До переваг запропонованого фільтру належать його простота та можливість виконувати процедуру проектування без попередньої інформації про похибки вимірювань. Слід зазначити, що власне датчик під час моделювання може бути описаний передавальною функцією,

$$W = \frac{1}{Ts + 1}, \quad (5)$$

де T – константа часу.

Моделювання вимірювальних процесів проводилось з використанням тестових сигналів, таких як синусоїдальний та ступінчастий. Результати моделювання процесів вимірювання тиску, температури та висоти представлено на рис. 2.



а б

Рис. 2. Моделювання вимірювальних процесів для синусоїдального
(а) та ступінчастого (б) сигналів

Моделювання проводилось також з використанням деяких інших тестових сигналів, наприклад, постійного сигналу з випадковим шумом,

пилкоподібним сигналом та сигналом трикутної форми, який імітує підйом датчика на деяку висоту і подальший його спуск. Усі вищезгадані сигнали можуть бути реалізовані за допомогою спеціального стенду в лабораторних умовах. Результати фільтрації для ступінчатого сигналу представлено на рис. 3. Аналіз представлених графіків показує значне ослаблення височастотного шуму. Такий ефект є достатнім для застосувань низької вартості.

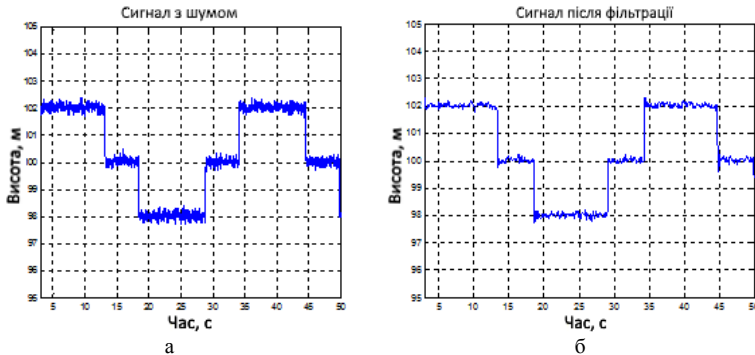


Рис. 3. Результати функціонування споректованого фільтру: вимірюваний сигнал (а) та відфільтрований сигнал (б)

Програмну реалізацію запропонованого фільтра (4) може бути здійснено на платформі Arduino, яка представляє собою інструмент для розробки програмованих електронних пристроїв. Aurdino є відкрита програмована платформа, яка являє собою плату з мікроконтролером, а також спеціальне середовище для створення програмного забезпечення мікроконтролера.

Висновок

Запропонований спосіб фільтрації забезпечує підвищення точності вимірювань, а також стійкість до впливу вимірювальних шумів датчика BMP085. Запропонований спосіб підвищення точності відноситься до алгоритмічних засобів і не потребує додаткових апаратних витрат

Список літератури

1. К.Е. Шилов, “Разработка автоматической системы управления беспилотным летательным аппаратом мультироторного типа”, Труды МФТУ. Математика, информатика и управление, 2014, том 6, № 4, С. 139 – 152.
2. BMP085, Digital barometric pressure sensor, BOSCH, <http://boschsensortec.com/>
3. BOSCH Inc. - Data sheet Bosch BMP085 Digital Pressure sensor, Germany, 2009, 27 p.
4. Ю. Ф., Лазарев, Моделирование процессов и систем в MatLAB, Санкт-Петербург, Питер, 2005, 512 с.

*Ye.A. Gayev D.Sci.,
K. Khavray, A. Skoroded, A. Linnick, O. Boiko,
D. Malinina, A. Baboriga, M. Borosentsev, P. Karengin,
V. Kalmykov, A. Rychik, Yu. Simakin, T. Pruss
(National aviation university, Ukraine)*

Digital Laboratory of Information Processes Theory: an innovative educational approach

An innovative approach to teaching Information Processes Theory is suggested that lies in intensive exploitation of mathematical and programming environments like MATLAB and Java that enhance student's understanding of each problem by easy programming it and by their simulation and learning with easy programs made by students.

1. Motivation. Aim of the work. Teaching of Information Processes Theory, a significant subject in education experts in modern information technology, is based on old textbooks like [1-3] in Ukraine and many other countries. Despite their authors are very famous because of their significant contribution to the subject in the past, the textbooks do not account the drastic progress in computation during this period, appearance, for example, power leading-edge computation packages like MATLAB, MatCAD etc. The same concerns more recent popular books [4], etc. This lies in contradiction with recent pedagogical methodologies like Discovery-Based Learning [5,6] the main idea of which is to encourage students to find the answer themselves and, possibly, reproduce original discoveries in the subject. First author propagates and develops such approach in [7] and in many other publications. This is a first attempt to demonstrate results in general Information Theory, Coding and Code Transfer [1-4,8-10]. These results were obtained in close cooperation between the first author and the most active third-year students of National Aviation University who are equitable authors of this paper.

The general Information Theory was created during past 65 years from about 1930 till the end of the last century [1,9]; its formation completely supplemented the rise of the modern computer technology and communication means. The task of our education and research group, entitled in the list of authors, was to reproduce main problems and discoveries in the mentioned discipline by means of easy programming them in MATLAB or/and in Java. This methodology focusses students to the problem, stimulates them and provides instrumentations for further experimenting with the problem. Corpus of those programs and gathered experience forms the Digital Laboratory entitled in this article.

There were some physical laboratories in National Aviation University in the past where students were able to measure practically, for example, probability properties of a noisy transmission channel, error correction ability of codes, etc. [10]. It is sad to say that we do not have such laboratories. That is why it is our hope that this our work will be useful to our university and to others.

2. Measurement of information quantity, that for transmission channels.

Research starts from more advanced entropy calculation of an alphabet with m symbols by means of MATLAB commands from its Command Window

```
>> p=[p1, p2, . . . , pm]; %entering probabilities of symbols
>> H=-sum(p.*log2(p))
```

that uses so called ‘matrix philosophy’ of MATLAB. They are worth to incorporate into MATLAB program *Entropy.m*. The later may be generalized to *ChannelEntropy.m* to forecast all three sorts of conditional entropies of data transmitting channels. Original investigations of frequencies of natural language symbols (English, Ukrainian, Russian) [1] may be easily reproduced at this stage, if

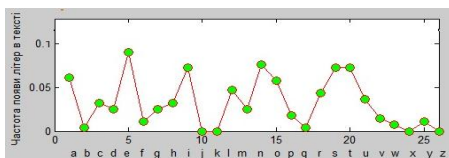



Fig. 1. Frequencies of English letters in long texts

students develop simple programs that analyze texts. Some results demonstrates Fig. 1. Similar, frequency of double or even triple combination of symbols may be analyzed and demonstrated by means of 2d or 3d mattrresses.

3. Simulation of coding and code transfer in noiseless channels. Coding is a crucial technique in Information Processes Theory. MATLAB’s data types *struct* and *cell* allow to freely work with text data alike *char[]* in Java. Simple programs were developed that substitute message characters to a set of others encrypting them in such a way. Coding messages into Morse alphabet, for example, is demonstrated in the Fig. 2. One may see a text message encoding there. Similar, return convert is possible. Fragment of symbol correspondence set is seen as well. A special button  converts Morse text into sound.

Especially important are binary codes. It is no problem in developing similar programs for binary encoding, but decoding programs require some sophisticated logics to realize, especially in the case of inhomogeneous codes. This concerns also Shannon–Fano and Huffman coding for which programs were suggested as well. It may be exciting to exchange coded messages through modern transmission devices. For this, a Java program was suggested and tested that links mobile phone with notebook, or two mobile phones.

4. Learning conditional probabilities. Conditional probabilities are the main theoretical instrumentation of the information science. For corresponded problems a reliable generator of occasional number set with given probabilities is required. A special student projects were devoted to this. One of programs *RandIpi1pi2pi3.m* or *RandIpi1pi2pi3.java* generates occasional numbers 1, 2 or 3 with probabilities p_1 , p_2 and p_3 correspondingly ($p_1+p_2+p_3=1$).

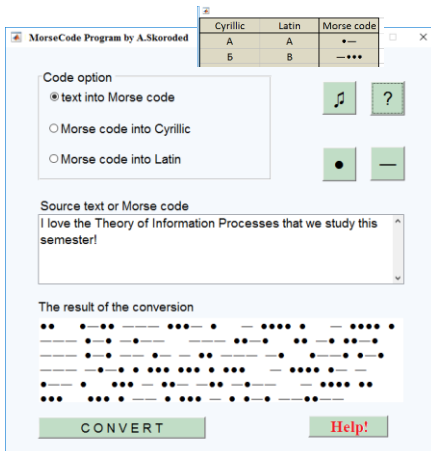


Fig. 2. GUI-program of coding by Morse alphabet and back along with Morse character set fragment

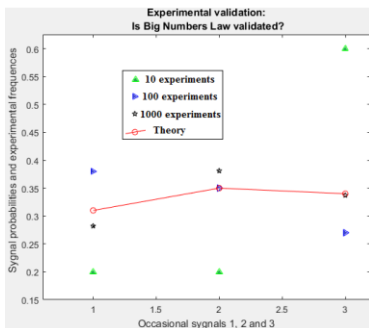


Fig. 3. Computer experiments validated a two cascade conditional process

binary transmission channel is characterized by conditional probabilities $p_1=p(1/1)$, $q_1=p(0/1)$, $p_0=p(0/0)$ and $q_0=p(1/0)$ where $p_1+q_1=1$, $p_0+q_0=1$. Graphical MATLAB-program realizing such task is demonstrated in the Fig. 4.

The problem of ‘clever codes’ is considered that lies in deliberate use of code redundancy to develop error-detecting and error-correcting codes. Special intermediate programs were developed to analyze transmitted codes by one of known methodologies, correct errors and supply messages further to recipient. This allows to simulate visually those different techniques.

Conclusion. Collection of programs, some of which were briefly discussed over, forms the ‘Digital laboratory’ that illustrates main topics of the “Information

This allows to simulate, as an example, the following rather unobvious problem: let First Cascade of an occasional process generates those numbers with probabilities p_{10} , p_{20} and p_{30} ; there are three other generators in the Second Cascade characterized with nine probabilities $\{p_{11}=p(1\backslash1), p_{21}=p(2\backslash1), p_{31}=p(3\backslash1), p_{12}=p(1\backslash2), p_{22}=p(2\backslash2), \dots, p_{23}=p(2\backslash3), p_{33}=p(3\backslash3)\}$. What is the statistical relation between occasional events of the First and Second Cascades? MATLAB- and Java-programs were designed by coauthors that ‘play’ this game and manifested the Big Number Law of the ‘Full Probability’ formulae. Fig. 3 demonstrates theoretical forecast of 1-, 2- and 3-appearance probabilities in the Second Cascade (red line) with experimental frequencies of that obtained as result of 10, 100 and 1000 experiments. One may see ‘convergence’ experiments to theory.

Similar programs *RandI_pi1.m* and *RandI_pi0.m* were elaborated that produce occasional binaries 1 (*true*) and 0 (*false*) with probabilities, correspondingly, p_1 and p_0 to be used in next section.

5. Coding in noised channels.

The problem is here to observe correlation between messages being send and those received provided that ‘noised’

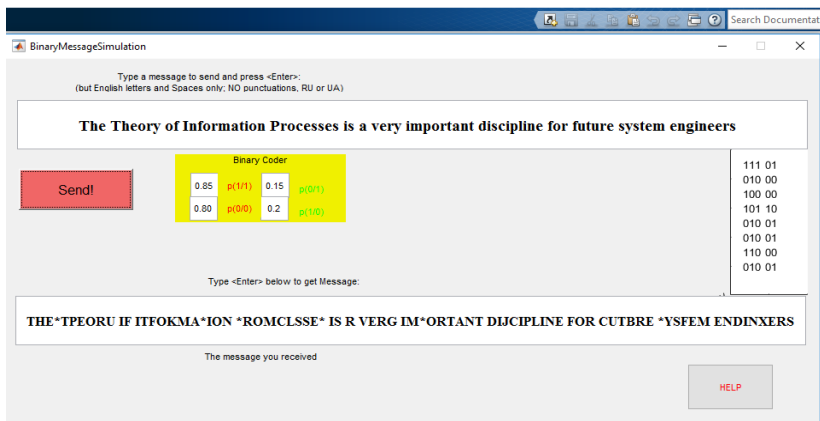


Fig. 4. Simulator of a transmission channel with binary noise in action

Processes Theory” and facilitates mastering the latter. Besides, development of particular program by student focuses them to corresponded technology thus making it more clear. Such Discovery-Based Learning [5,6] seems to be the most effective education methodology.

Acknowledgement. Authors express their sincere gratitude to all the students of the group NNIAN-303A, 2016/2017 teaching year for their discussions around it.

References

1. Цымбал В.П. Теория информации и кодирование. – К.: Вища шк., 1992. – 263с.
2. Березюк Н.Г., Андрущенко А.Г., Мощицкий С.С. и др. Кодирование информации. Х.: Вища школа, 1978. – 252 с.
3. Zelenkov A.A., Sineglazov V.M., Sochenko P.S. Introduction to Information Theory: Training book. – Kyiv: NAU, 2006. – 100 pp.
4. Чикрин Д.Е. Теория информации и кодирования: Курс лекций. Казань: КазГУ. 2013. – 116 с.
5. Discovery-Based Learning. https://en.wikipedia.org/wiki/Discovery_learning
6. Wolfram S. A New Kind of Science. Wolfram Media, 2002. – 1192 p.
7. Гаєв Є.О., Азарсков В.М. Сучасне програмування, ч. 2. Навч. посібник. К.: НАУ, 2016. – 197 с.
8. Ahlswede R. Lectures on Information Theory. 2. Transmitting and Gaining Data. Springer Int. Publ., Switzerland, 2015. – 461 p.
9. Quinquis A. Digital Signal Processing using MATLAB. ISTE Ltd and John Wiley, 2009. – 425 pp.
10. Русаков О.І. Теорія інформації та кодування. Електронний підручник (ред. проф. Жук Л.О.). НАУ, 2004.

Балансировка металлического резонатора вибрационного гироскопа

В работе представлены теоретические основы проведения балансировки металлических резонаторов вибрационных гироскопов. Рассмотрен вариант удаление неуравновешенной массы с цилиндрической поверхности резонатора, определение координат участка и количества массы, удаляемой на данном участке.

Металлы обладают низкой, по сравнению с кварцевым стеклом, добротностью. Однако простота механической обработки металлов делает привлекательным их использование в качестве конструкционного материала недорогих вибрационных гироскопов средней точности.

Невысокая добротность металлов связана с наличием в них дислокации, которые представляют собой сложные линейные дефекты кристаллической структуры. Линии дислокации могут быть прямыми, кривыми, а также в виде замкнутых петель. Дислокации могут перемещаться по кристаллической решетке, при этом различают три основных вида их движения: колебания, скольжение и переползание. Движения дислокаций приводят к интенсивному рассеянию энергии колебаний и, в конечном счете, ограничивают добротность металлов.

Однако в тонкостенных металлических резонаторах основной диссипативный процесс связан с возникновением тепловых потоков при деформации материала.

При деформации твердого тела, температура в различных его областях будет зависеть от деформации среды в этих областях, в результате чего между ними будут возникать тепловые потоки, интенсивность которых обусловлена теплопроводностью среды [1]. Эти потоки будут выравнивать локальные температуры тела, приводя к необратимому превращению механической энергии в тепловую. Определение величины этих потерь энергии колебаний, называемых термоупругими потерями, может быть выполнено по формуле:

$$\zeta = I \cdot \left[\frac{\omega \bar{\tau}}{1 + (\omega \bar{\tau})^2} \right] \quad (1)$$

где I и τ — интенсивность и время тепловой релаксации:

$$I = ET \frac{\alpha}{c_p}; \quad \bar{\tau} \approx \frac{x^2}{\xi} \quad (2)$$

Здесь x — расстояние, которое должен пройти тепловой поток.

Отметим, что в кварцевом стекле термоупругие потери также есть, но они пренебрежимо малы ввиду малой величины коэффициента температуропроводности кварцевого стекла, однако для тонкостенных

металлических резонаторов интенсивность этого вида внутреннего трения оказывается очень высокой, достигая максимума при $\omega\bar{\tau} = 1$, в результате чего добротность металлических полусферических и цилиндрических резонаторов оказывается низкой. Чтобы уменьшить интенсивность термоупругих потерь, можно использовать металлы с низким ТКЛР, либо изменить конструкцию резонатора таким образом, чтобы существенно увеличить характерную толщину колеблющейся части резонатора. Это увеличит время тепловой релаксации и сдвинет максимум термоупругих потерь в область низких частот.

Действительно, для низкодобротных металлических резонаторов требования к расщеплению собственной частоты существенно ниже, чем для точных КВГ с кварцевыми резонаторами, они составляют несколько десятых долей герц. Вместе с тем дополнительное уменьшение расщепления собственной частоты позволяет увеличить точность гироскопа, причем простота обработки металлов предоставляет для этого большие возможности. Как и для кварцевых резонаторов, балансировка металлических резонаторов может проводиться удалением неуравновешенной массы с балансировочных зубцов, однако с точки зрения цены резонатора балансировку предпочтительнее выполнять удалением материала непосредственно с его цилиндрической поверхности. Добротность при этом меняется мало, но надо учитывать, что такое удаление материала может привести не только к изменению соответствующей гармонике массового дефекта, но и существенному изменению жесткости тонкостенной оболочки.

Рассмотрим этот вопрос подробнее. Пусть имеется цилиндрический резонатор диаметром D , высотой H , с толщиной стенки h . Пусть в стенке резонатора, с целью удаления неуравновешенной массы и изменения расщепления собственной частоты, сделан пропил шириной y и высотой L в направлении одной из его собственных осей (рис.1). Такой надрезанный резонатор можно рассматривать как составной, включающий цилиндр высотой $(H - L)$ и разрезанное кольцо высотой L . Разрезанное кольцо обладает гораздо меньшей жесткостью и, кроме того, анизотропией жесткости.

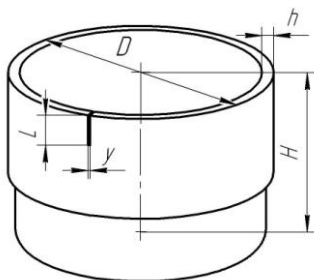


Рис.1. Надрез кромки цилиндрического резонатора.

Следовательно, можно ожидать, что в результате разреза частота колебаний понизится и произойдет изменение расщепления собственной частоты. Этот вывод подтверждается результатами компьютерного

моделирования и экспериментами [2]. На рис.2 показано изменение собственных частот резонатора в зависимости от глубины надреза L , рассчитанное методом конечных элементов. Принятая в расчете ширина надреза составляет $y=0,7$ мм.

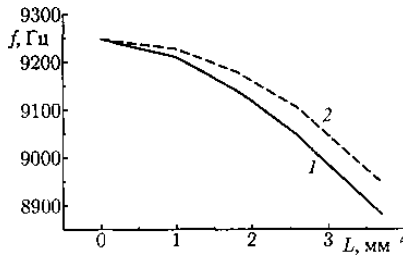


Рис.2. Изменение собственных частот резонатора с ростом глубины надреза (расчет).

Моделирование показывает, что частота колебаний по мере увеличения глубины надреза понижается, а расщепление собственной частоты быстро изменяется. Частота колебаний вдоль собственной оси, совпадающей с надрезом, понижается быстрее, поэтому при балансировке резонатора следует делать такой надрез в направлении высокочастотной оси. Основной вклад в изменение расщепления собственной частоты в этом способе балансировки вносит не изменение массы, а введенная надрезом анизотропия жесткости оболочки.

На рис.3 приведены экспериментальные данные, подтверждающие правильность модельных расчетов.

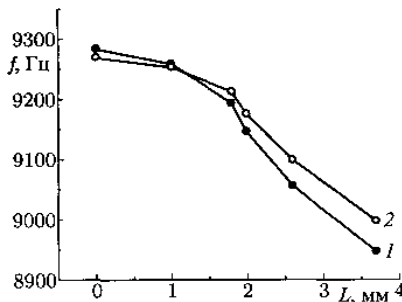


Рис.3. Изменение собственных частот резонатора с ростом глубины надреза (эксперимент).

Поэтому более удобным с технической точки зрения является сверление в стенке глухих или сквозных отверстий. Вносимое при этом расщепление собственной частоты зависит от расположения отверстия и его диаметра.

В процессе механической балансировки одной из наиболее сложных проблем является определение координат участка и количества массы, удаляемой на данном участке. Количество таких участков может быть довольно велико, поскольку, например, удаление массы только в одной точке на кромке резонатора с целью устранения первой гармоники дефекта приводит к появлению второй, третьей и четвертой гармоник. Для исключения этих кратных гармоник необходимо осуществлять балансировку в нескольких точках.

В процессе коррекции первых четырех гармоник удаляемые массы должны располагаться симметрично, как показано на рис.4.

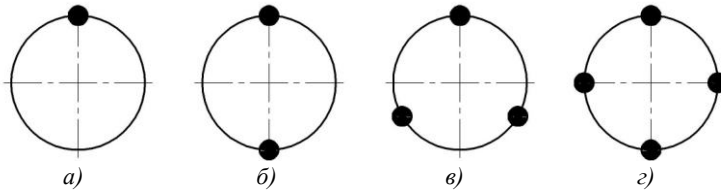


Рис.4. Соответствие распределения массы по окружному углу гармоникам неоднородности: *а* – 1-я гармоника; *б* – 2-я гармоника; *в* – 3-я гармоника; *г* – 4-я гармоника.

Как видно из рис.4, при наличии всех первых четырех гармоник дефекта плотности, с учетом их различной ориентации и величины, всего необходимо удалить с кромки не менее десяти сосредоточенных масс.

Рассмотрим особенности балансировки, выполняемой удалением точечных масс. Воспользуемся δ -функцией Дирака для описания распределения массы оболочки резонатора при удалении вещества в точке. Известно, что разложение в ряд Фурье δ -функции содержит все целые гармоники с одинаковой амплитудой. То есть при удалении с оболочки массы Δm , расположенной в точке $\varphi=0$, получим следующее распределение массы (на единицу угла) вдоль азимутального угла φ :

$$M(\varphi) = M(0) - 2\Delta m \sum_{k=1}^{\infty} \cos k\varphi. \quad (3)$$

Пусть, например, необходимо устранить 1-ю гармонику массового дефекта величиной M_1 . Ее ориентацию относительно резонатора для простоты примем равной нулю, $\varphi_1=0$. Удаление из точки $\varphi_1=0$ кромки резонатора массы $\Delta m = M_1/2$ устраняет эту гармонику дефекта, но одновременно создает такие же по величине 2-ю, 3-ю и 4-ю гармоники. Их последующая балансировка также будет сопровождаться появлением кратных гармоник массового дефекта. Так, балансировка 2-й гармоники массового дефекта удалением одинаковых масс в 2-х точках будет сопровождаться появлением 4-й гармоники (с той же амплитудой), балансировка 3-й – образованием 6-й и т.д. То есть устранение даже одной гармоники массового дефекта оболочки требует удаления строго определенного количества вещества в нескольких точках, так как необходимо последовательно устранять возникающие в

процессе балансировки кратные гармоники массового дефекта. На практике балансировку металлических резонаторов проводят, как правило, только по 4-ой гармонике.

Стоит также отметить, что представление (3) справедливо именно для точечного в математическом смысле удаления массы. На самом деле область, в которой производится удаление материала, имеет конечные размеры. Тогда, при удалении массы Δm в окрестности точки $\varphi=0$, которая видна из центра обода под углом $\Delta\varphi$ гармоники ряда Фурье будут иметь разные амплитуды:

$$M(\varphi) = M_0 - 2\Delta m \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin k\Delta\varphi}{k\Delta\varphi} \cos k\varphi. \quad (4)$$

Для резонаторов малого диаметра этот эффект замечен и должен быть учтен при определении величин удаляемых масс.

Еще один аспект балансировки связан с тем, что в реальном резонаторе неуравновешенная масса не сосредоточена на кромке, как это предполагалось выше, а распределена по всей оболочке. Например, типичной причиной возникновения 1-й гармоники массового дефекта является несовпадение центров внешней и внутренней поверхностей. На рис.5 показано, для этого случая, распределение неуравновешенной массы по азимутальному углу и по сечению резонатора.

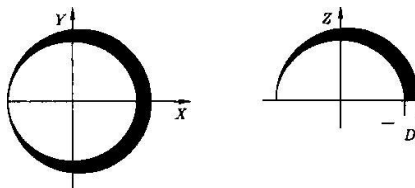


Рис. 5. Распределение неуравновешенной массы по азимутальному углу и сечению резонатора при несовпадении центров внешней и внутренней кромок.

Распределенная по поверхности неуравновешенная масса не может быть скомпенсирована удалением масс в точках, расположенных только на кромке оболочки. Для полной балансировки необходимо удалять такие массы, по крайней мере, с двух параллелей, а это влечет за собой усложнение процедуры балансировки.

Проводить балансировку металлических резонаторов можно высверливанием глухих отверстий на ободе резонатора. Балансировка путем сверления глухих отверстий применяется тогда, когда конструкция ЧЭ не дает доступа к ободу цилиндра (т.е. когда ЧЭ выполнен в виде гриба, а не рюмки).

Список литературы

1. *Зинер К.* Упругость и неупругость металлов. – Сб.: Упругость и неупругость металлов. – Ред. Вонсовский С.В. – М.: ИЛ, 1954.
2. *Матвеев В. А., Лунин Б. С., Басараб М. А.* Навигационные системы на волновых твердотельных гироскопах. – М.: Физматлит, 2008.

V.N. Azarskov, D.Sci., L.N. Blokhin, D.Sci.,
 (National Aviation University, Ukraine)
 A.Yu. Kurganskyi, G.I. Rudyuk, PhD
 (ANTONOV Company, Ukraine)

Analytic Design of the Optimum Control System for Five-Degree-of-Freedom Stand Simulator of the Spacecraft Motion

In this paper it is proposed the methodology of analytic design of the optimum structure for stochastic control system used on multi-degree-of-freedom stand simulator of spacecraft motion in the presence of deterministic and stochastic disturbances acting on it.

Introduction

The problem of professional training of operators to control aviation and space objects is definitely very important [1]. An operator is the only who takes the most difficult and responsible decisions on the object control, and not only the fulfillment of assigned mission depends on the accuracy of his actions for in-time finding and implementing the appropriate solution, but also the integrity of the object itself and safety of people in certain cases. Operator's enhanced role in controlling complex dynamic objects raises the problem of upgrading methodical and technical means of operator training. Trainers and flight simulators with motion systems, which are widely used not only in aviation and astronautics but also in other fields, are among the most effective means of operator training, considering real operating conditions. Modern dynamic flight simulators and disturbed flight trainers are complex multidimensional systems intended for operation in conditions of stochastic influences. One of the main purposes of such systems is providing dynamic conditions of real stochastically disturbed flight during ground tests and analysis of airborne control systems.

Normally, the scaled-down simulating systems combine the functions of simulators and trainers that make it possible to use the system as a flight simulator or a trainer as appropriate.

Problem statement

Five-degree-of-freedom stand simulator of (manned) spacecraft real motions is a necessary and complex test system for preflight training of astronauts. As a rule, such stand simulates translational motions of the object height and one of linear horizontal coordinates, as well as rotary motions of the object heading, pitch and roll. Figure 1 below shows kinematic scheme of the spacecraft stand simulator suspension. Translational coordinates of the stand motion are shown as z and y , and rotary motions are shown as ψ , θ and γ .

1. The axis of rotation $\gamma\gamma$ coincides with the axis xx .
2. The axis of rotation $\theta\theta$ is directed along the axis yy .
3. The cabin also rotates about the axis $\gamma\gamma$.

4. The fifth motion is performed by rotation of the arm 5 together with the gimbal suspension and the cabin about the vertical axis zz .

It should be noted that the action of all five coordinates of the stand simulator motions as perceived by the astronaut during training are actually concentrated in the point of sitting located on the inner platform of the gimbal suspension and are perceived by the astronaut in complex. This circumstance actually defines the nature of perception of the stand simulator motion actions by the astronaut.

Control paths for any of five coordinates of the stand are similar to a considerable extent. It is expedient to upgrade any of them as follows [2]. Figure 2 below shows flow chart of any of five upgraded paths, ζ for example.

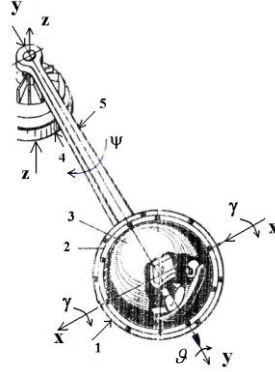


Fig. 1. Kinematic scheme of the suspension of five-degree-of-freedom stand simulator of the spacecraft flight

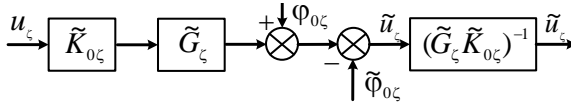


Fig. 2. Flow chart of upgraded path for setting the stand simulator motion program u_{ζ} (index «~» marks the elements to be adjusted during the path testing)

Fourier-transformed differential equation that describes transformation of the input signal u_{ζ} into the output signal \tilde{u}_{ζ} has the following form:

$$\tilde{u}_{\zeta} = (\tilde{G}_{\zeta} \tilde{K}_{0\zeta})^{-1} (\tilde{G}_{\zeta} \tilde{K}_{0\zeta} u_{\zeta} + \varphi_{0\zeta} - \tilde{\varphi}_{0\zeta}) \approx u_{\zeta} + (\tilde{G}_{\zeta} \tilde{K}_{\zeta})^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_{0\zeta}}. \quad (1)$$

The following elements are introduced into the equation (1): $\tilde{K}_{0\zeta}$ is frequency response of the setter of program u_{ζ} for the stand simulator motion along the coordinate ζ ; \tilde{G}_{ζ} is frequency response of servo actuator in the examined path of the stand simulator motion; $\varphi_{0\zeta}$ is frequency response of the disturbance signal for setting program u_{ζ} ; $\tilde{\varphi}_{0\zeta}$ is the evaluation of frequency response of the disturbance signal $\varphi_{0\zeta}$ as per results of the path testing; $\tilde{\theta}_{\varphi_{0\zeta}}$ is the difference in frequency response of disturbance signals $\varphi_{0\zeta}$ and $\tilde{\varphi}_{0\zeta}$. Frequency response of the vector of signals \tilde{u}_0 for the stand simulator motion program setting has the following form [3]:

$$\tilde{u}_0 = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \\ u_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (\tilde{G}_1 \tilde{K}_{01})^{-1} \cdot \tilde{\theta}_{\varphi_{01}} \\ (\tilde{G}_2 \tilde{K}_{02})^{-1} \cdot \tilde{\theta}_{\varphi_{02}} \\ (\tilde{G}_1 \tilde{K}_{03})^{-1} \cdot \tilde{\theta}_{\varphi_{03}} \\ (\tilde{G}_1 \tilde{K}_{04})^{-1} \cdot \tilde{\theta}_{\varphi_{04}} \\ (\tilde{G}_1 \tilde{K}_{05})^{-1} \cdot \tilde{\theta}_{\varphi_{05}} \end{bmatrix} \approx u_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \cdot \tilde{\theta}_{\varphi_0}. \quad (2)$$

The system of Fourier-transformed and linearized differential equations of the stand simulator motion has the following form:

$$P_0 \tilde{x}_0 = M_0 \tilde{v}_0 + \Psi_0, \quad (3)$$

it defines the flow chart of the spacecraft motion stand simulator as follows (Fig. 3):

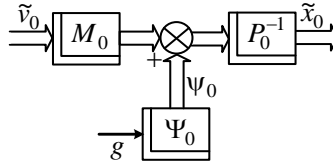


Fig. 3. Flow chart of the spacecraft motion stand simulator as the control object
(here $g=1$ if action $\bar{\psi}_0$ is determinate and $g=\Delta$
(white noise) if action $\dot{\bar{\psi}}_0$ is random stationary)

It is expedient to introduce the following designations:

$$\Phi_{10} = P_0^{-1} M_0, \quad \Psi_0 = \Psi_0 g, \quad \Phi_{20} = P_0^{-1} \Psi_0 \quad (4)$$

where Φ_{10} and Φ_{20} are frequency response matrices of the stand simulator for control and disturbance.

Considering the designations (4), the system of differential equations (3) can be written in the following form:

$$\tilde{x}_0 = \Phi_{10} \tilde{v}_0 + \Phi_{20} g = (\Phi_{10} \Phi_{20}) \begin{pmatrix} \tilde{v}_0 \\ g \end{pmatrix} = V_0 \tilde{z}. \quad (5)$$

Flow chart of the stand simulator control system considering the upgraded input paths of the motion program setting and the upgraded paths of measurements of the output signal vectors of the control object is shown in Figure 4.

Frequency response of the equivalent vector of control system disturbance when reducing it to the stabilization system is as follows:

$$\begin{aligned} \eta_0 &= M_0 [u_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_0}] + \Psi_0 g + P_0 \tilde{K}_1^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_1}; \\ \eta_{0*} &= [u_{0*} + \tilde{\theta}_{\varphi*} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] M_{0*} + g_* \Psi_{0*} + \tilde{\theta}_{\varphi_1*} \tilde{K}_1^{-1*}; \\ \eta_{00} &= (P_0^{-1}) \eta_0 = \Phi_{10} [u_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_0}] + \Phi_{20} g + \tilde{K}_1^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_1}. \end{aligned} \quad (6)$$

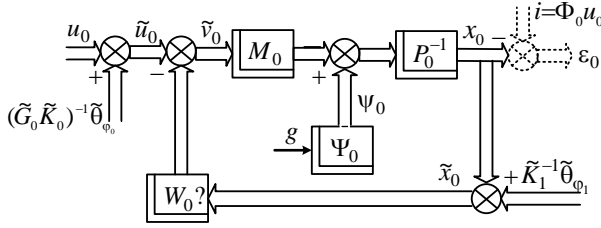


Fig. 4. Flow chart of the coordinate control system of the spacecraft motion stand simulator

The equivalent flow chart of the stand simulator motion stabilization system will have the following form (Fig. 5):

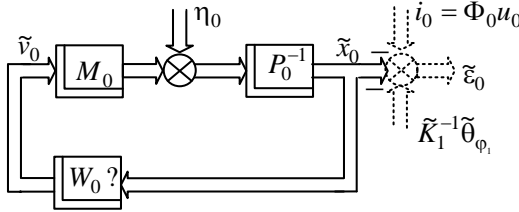


Fig. 5. Equivalent flow chart of the stand simulator motion stabilization system

It is expedient to introduce the following designations:

$$\tilde{v}_0 = F_{\tilde{v}_0} \eta_0; \quad \tilde{x}_0 = F_{\tilde{x}_0} \eta_0; \quad W_0 = F_{\tilde{v}_0} (F_{\tilde{x}_0})^{-1};$$

and also the equation of constraints of matrices:

$$F_{\tilde{x}_0} = \Phi_{10} F_{\tilde{u}_0} + P_0^{-1}; \quad (7)$$

and the expression:

$$W_0 = F_{\tilde{v}_0} (\Phi_{10} F_{\tilde{v}_0} + P_0^{-1})^{-1}. \quad (8)$$

Frequency response of the simulation error signal vectors under determinate actions will have the following form:

$$\begin{aligned} \tilde{\varepsilon}_0 &= \tilde{x}_0 - \Phi_0 \tilde{u}_0 - \tilde{K}_1^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_1} = \\ &= \Phi_{10} \bar{F}_{\tilde{v}_0} \bar{\eta}_0 + \Phi_{10} [\bar{u}_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_0}] + \Phi_{20} g - \\ &- \Phi_0 \bar{u}_0 = \Phi_{10} \bar{F}_{\tilde{v}_0} \bar{\eta}_0 + \Phi_{10} [\bar{u}_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_0}] - \Phi_0 \bar{u}_0. \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon}_{0*} &= \bar{\eta}_{0*} \bar{F}_{\tilde{v}_{0*}} \Phi_{10*} + [\bar{u}_{0*} + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\varphi_{0*}}] \Phi_{10*} - \bar{u}_{0*} \Phi_{0*}. \\ \bar{v}_0 &= \bar{F}_{\tilde{v}_0} \bar{\eta}_0; \quad \bar{v}_{0*} = \bar{\eta}_{0*} \bar{F}_{\tilde{v}_{0*}}. \end{aligned} \quad (10)$$

The simulation quality index (quality functional) under determinate actions has the following form:

$$\bar{I} = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr}(\tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\varepsilon}_{0*} \bar{R} + \tilde{v}_0 \tilde{v}_{0*} \bar{C}) ds, \quad s = j\omega. \quad (11)$$

The quality functional of the spacecraft motion simulation under random stationary actions has the following form:

$$\dot{e} = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr}(S'_{\varepsilon_0 \varepsilon_0} \dot{\bar{R}} + S'_{v_0 v_0} \dot{\bar{C}}) ds, \quad (12)$$

where $S'_{\varepsilon_0 \varepsilon_0}$ and $S'_{v_0 v_0}$ are spectral density matrices of vectors $\dot{\varepsilon}_0$ and \dot{v}_0 .

By analogy with the expression (9), frequency response of signal vectors $\tilde{\varepsilon}_0$ and \tilde{v}_0 has the following form:

$$\begin{aligned} \tilde{\varepsilon}_0 &= \Phi_{10} \dot{\bar{F}}_{v_0} \dot{\eta}_0 + \Phi_{10} [\dot{u}_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\Phi_0}] - \Phi_0 \dot{u}_0; \\ \tilde{\varepsilon}_{0*} &= \dot{\eta}_{0*} \dot{\bar{F}}_{v_0*} \Phi_{10*} + [\dot{u}_{0*} + \tilde{\theta}_{\Phi_0*} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \dot{u}_{0*} \Phi_{0*}, \end{aligned} \quad (13)$$

and the transposed matrices of spectral densities of signal vectors $\tilde{\varepsilon}_0$ and \tilde{v}_0 are as follows:

$$\begin{aligned} S'_{\varepsilon_0 \varepsilon_0} &= \langle \tilde{\varepsilon}_0 \tilde{\varepsilon}_{0*} \rangle = \langle \{ \Phi_{10} \dot{\bar{F}}_{v_0} \dot{\eta}_0 + \Phi_{10} [\dot{u}_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\Phi_0}] - \Phi_0 \dot{u}_0 \} \times \\ &\times \{ \dot{\eta}_{0*} \dot{\bar{F}}_{v_0*} \Phi_{10*} + [\dot{u}_{0*} + \tilde{\theta}_{\Phi_0*} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \dot{u}_{0*} \Phi_{0*} \} \rangle = \\ &= \Phi_{10} \dot{\bar{F}}_{v_0} S'_{\eta_0 \eta_0} \dot{\bar{F}}_{v_0*} \Phi_{10*} + \Phi_{10} \dot{\bar{F}}_{v_0} [S'_{\eta_0 u_0} + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\theta}_{\Phi_0 \Phi_0} S'_{\eta_0 u_0} \times \\ &\times (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \Phi_{10} \dot{\bar{F}}_{v_0} \tilde{S}'_{\eta_0 u_0} \dot{\bar{F}}_{v_0*} \Phi_{0*} + \\ &+ \Phi_{10} [S'_{u_0 \eta_0} + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S'_{\tilde{\theta}_{\Phi_0 \Phi_0} \tilde{\theta}_{\Phi_0}} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \dot{\bar{F}}_{v_0*} \Phi_{10*} + \\ &+ \Phi_{10} [S'_{u_0 u_0} + 0 + 0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S'_{\tilde{\theta}_{\Phi_0 \Phi_0} \tilde{\theta}_{\Phi_0}} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \\ &- \Phi_{10} (S'_{u_0 u_0} + 0) \Phi_{0*} - \Phi_0 \tilde{S}'_{u_0 \eta_0} \dot{\bar{F}}_{v_0*} \Phi_{10*} - \\ &- \Phi_0 (S'_{u_0 u_0} + 0) \Phi_{10*} + \Phi_0 S'_{u_0 u_0} \Phi_{0*}; \end{aligned} \quad (14)$$

$$S'_{v_0 v_0} = \langle \dot{v}_0 \dot{v}_{0*} \rangle = \langle \dot{\bar{F}}_{v_0} \dot{\eta}_0 \dot{\bar{F}}_{v_0*} \rangle = \dot{\bar{F}}_{v_0} S'_{\eta_0 \eta_0} \dot{\bar{F}}_{v_0*}. \quad (15)$$

Synthesis of the optimized structure of the regulator in the equivalent stabilization system of the spacecraft motion stand simulator under determinate actions

Substitution of expressions (9) and (10) into the functional (11) presents the functional in the following form:

$$\begin{aligned}
\bar{I} = & \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr(\{\Phi_{10}\bar{F}_{\bar{v}_0}\bar{\eta}_0 + \Phi_{10}[\bar{u}_0 + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}] - \Phi_0\bar{u}_0\} \times \\
& \times \{\bar{\eta}_{0*}\bar{F}_{\bar{v}_{0*}}\Phi_{10*} + [\bar{u}_{0*} + \tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_{0*}}(\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \bar{u}_{0*}\Phi_{0*}\} \bar{R} + \\
& + \bar{F}_{v_0}\bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*}\bar{F}_{v_{0*}}\bar{C}) ds = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr((\{\Phi_{10}\bar{F}_{\bar{v}_0}\bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*}\bar{F}_{v_{0*}}\Phi_{10*} + \\
& + \Phi_{10}\bar{F}_{\bar{v}_0}[\bar{\eta}_0\bar{u}_{0*} + \bar{\eta}_0\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_{0*}}(\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \Phi_{10}\bar{F}_{\bar{v}_0}\bar{\eta}_0\bar{u}_{0*}\Phi_{0*} + \\
& + \Phi_{10}[\bar{u}_0\bar{\eta}_{0*} + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}\bar{\eta}_{0*}]\bar{F}_{\bar{v}_{0*}}\Phi_{10*} + \Phi_{10}[\bar{u}_0\bar{u}_{0*} + \\
& + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}\bar{u}_{0*} + \bar{u}_0\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_{0*}}(\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1} + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_{0*}} \times \\
& \times (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \Phi_{10}[\bar{u}_0\bar{u}_{0*} + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}\bar{u}_{0*}]\Phi_{0*} - \\
& - \Phi_0\bar{u}_0\bar{\eta}_{0*}\bar{F}_{\bar{v}_{0*}}\Phi_{10*} - \Phi_0[\bar{u}_0\bar{u}_{0*} + \bar{u}_0\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_{0*}}(\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} + \\
& + \Phi_0\bar{u}_0\bar{u}_{0*}\Phi_{0*}\} \bar{R} + \bar{F}_{v_0}\bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*}\bar{F}_{v_{0*}}\bar{C})) ds. \tag{16}
\end{aligned}$$

The problem of synthesis of the optimized (or optimum) structure of the regulator in the equivalent stabilization system of the stand simulator motions under determinate actions can be solved using Wiener-Kolmogorov method [4]. The first variation of the functional (16) has the following form:

$$\begin{aligned}
\delta\bar{I} = & \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr((\{\Phi_{10*}\bar{R}\Phi_{10} + \bar{C}\})\bar{F}_{\bar{v}_0}\bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*} + \\
& + \Phi_{10*}\bar{R}\Phi_{10}[\bar{u}_0\bar{\eta}_{0*} + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}\bar{\eta}_{0*}] - \\
& - \Phi_{10*}\bar{R}\Phi_0\bar{u}_0\bar{\eta}_{0*}\} \delta\bar{F}_{\bar{v}_{0*}}\delta\bar{F}_{\bar{v}_0}\{\bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*}\bar{F}_{v_{0*}} \times \\
& \times (\Phi_{10*}\bar{R}\Phi_{10} + \bar{C}) + [\bar{\eta}_0\bar{u}_{0*} + \bar{\eta}_0\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_{0*}}(\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}] \times \\
& \times \Phi_{10*}\bar{R}\Phi_{10} - \bar{\eta}_0\bar{u}_{0*}\Phi_{0*}\bar{R}\Phi_{10})) ds. \tag{17}
\end{aligned}$$

The following designations are introduced into the variation (17):

$$\bar{\Gamma}_*\bar{\Gamma} = \Phi_{10}\bar{R}\Phi_{10} + \bar{C}; \quad \bar{D}\bar{D}_* \approx \bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*},$$

and $|\bar{\eta}_0\bar{\eta}_{0*}|=0$;

$$\bar{\Gamma} = \bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma}_- \approx \Phi_{10}\bar{R}\{\Phi_{10}[\bar{u}_0 + (\tilde{G}_0\tilde{K}_0)^{-1}\tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}] - \Phi_0\bar{u}_0\} \bar{\eta}_{0*}(\bar{D}_*)^{-1}. \tag{18}$$

Considering the designation (18), the variation (17) will take the following form:

$$\delta \bar{I} = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr} [\bar{\Gamma}_* (\bar{\Gamma} \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{D} + \bar{\Gamma}) \bar{D}_* \delta \bar{F}_{\bar{v}_{0*}} + \delta \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{D} (\bar{D}_* \bar{F}_{\bar{v}_{0*}} \bar{\Gamma}_* + \bar{\Gamma}_*) \bar{\Gamma}] ds,$$

and the condition of approximate equality of the variation to zero will be as follows:

$$\bar{\Gamma} \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{D} \approx -(\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+).$$

The synthesis algorithm for the optimum structure of matrix $\hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0}$ has the following form:

$$\hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} \approx -\bar{\Gamma}^{-1}(\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+) \bar{D}_*^{-1},$$

The equation of constraints of matrices $\hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0}$ and $\bar{F}_{\bar{x}_0}$ is as follows:

$$\bar{F}_{\bar{x}_0} = \Phi_{10} \bar{F}_{\bar{v}_0} + P_0^{-1},$$

and the optimized structure \hat{W}_0 of the regulator in the stabilization system will have the following form:

$$\hat{W}_0 = \hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} (\hat{\bar{F}}_{\bar{x}_0})^{-1} \approx \hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} (\Phi_{10} \hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} + P_0^{-1})^{-1}. \quad (19)$$

Thereby, the set problem of synthesis of the optimized structure of the regulator is solved.

Partial version of the problem of synthesis of the optimum structure of the regulator in the equivalent stabilization system of the spacecraft stand simulator motions under determinate actions

Let all features of signal vector $\bar{\eta}_0$ lie in only left half plane of complex variable $s = j\omega$. Then the first variation (17) can be rewritten as follows:

$$\begin{aligned} \delta \bar{I} = & \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr} ((\Phi_{10*} \bar{R} \Phi_{10} + \bar{C}) \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{\eta}_0 + \Phi_{10*} \bar{R} \{ [\Phi_{10} \bar{u}_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}] - \\ & - \Phi_{0*} \bar{u}_0 \} \bar{\eta}_{0*} \delta \bar{F}_{\bar{v}_{0*}} + \delta \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{\eta}_0 \{ \bar{\eta}_{0*} \bar{F}_{\bar{v}_{0*}} (\Phi_{10*} \bar{R} \Phi_{10} + \bar{C}) + \{ [\bar{u}_{0*} \Phi_{10*} + \\ & + \tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0*} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] - \bar{u}_{0*} \Phi_{0*} \} \bar{R} \Phi_{10})) ds. \end{aligned} \quad (20)$$

The following designations are introduced into the variation (20):

$$\begin{aligned} \bar{\Gamma}_* \bar{\Gamma} &= \Phi_{10*} \bar{R} \Phi_{10} + \bar{C}; \\ \bar{\Gamma} &= \bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+ + \bar{\Gamma} = (\bar{\Gamma}_*)^{-1} \Phi_{10*} \bar{R} \{ [\Phi_{10} \bar{u}_0 + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} \tilde{\bar{\theta}}_{\varphi_0}] - \Phi_{0*} \bar{u}_0 \}. \end{aligned} \quad (21)$$

Considering the designations (21), the variation (20) will take the following form:

$$\delta \bar{I} = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \text{tr} [\bar{\Gamma}_* (\bar{\Gamma} \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{\eta}_0 + \bar{\Gamma}) \bar{\eta}_0^* \delta \bar{F}_{\bar{v}_0^*} + \delta \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{\eta}_0 (\bar{\eta}_0^* \bar{F}_{\bar{v}_0^*} \bar{\Gamma}_* + \bar{\Gamma}_*) \bar{\Gamma}] ds$$

and the condition of equality of the variation (20) to zero will be as follows:

$$\bar{\Gamma} \bar{F}_{\bar{v}_0} \bar{\eta}_0 = -(\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+).$$

The optimum structure of matrix $\hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0}$ will have the following form:

$$\hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} = -(\bar{\Gamma})^{-1} (\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+) \bar{\eta}_0^{\#}, \quad (22)$$

where sign «#» is the symbol of the vector pseudo-inversion.

As per Gantmaher [2], pseudo-inversed vector $\bar{\eta}_0^{\#}$ complies with the following expression:

$$\bar{\eta}_0^{\#} = A^+ = [C^* (CC^*)^{-1} (B^* B)^{-1} B^*]$$

where $B = \bar{\eta}_0$; $C = (1, 0)$, $B^* = \bar{\eta}_0'$; $C^* = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, $CC^* = 1, 0$;

$$(B^* B)^{-1} B^* = \bar{\eta}_0^{-1} (\bar{\eta}_0')^{-1} \bar{\eta}_0' = \bar{\eta}_0^{-1}, \quad \text{t.e. } \bar{\eta}_0^{\#} = A^+ = \bar{\eta}_0^{-1}.$$

Thereby, the optimum structure of matrix $\bar{F}_{\bar{v}_0}$ should be written as follows:

$$\hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} = -\bar{\Gamma}^{-1} (\bar{\Gamma}_0 + \bar{\Gamma}_+) \bar{\eta}_0^{-1}. \quad (23)$$

The equation of constraints of matrices $\bar{F}_{\bar{x}_0}$ and $\bar{F}_{\bar{v}_0}$ will have the following form:

$$\bar{F}_{\bar{x}_0} = \Phi_{10} \bar{F}_{\bar{v}_0} + P_0^{-1},$$

and the optimum structure of the regulator $\hat{\bar{W}}_0$ in the equivalent stabilization system of the stand simulator motion has the following form:

$$\hat{\bar{W}}_0 = \hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} (\hat{\bar{F}}_{\bar{x}_0})^{-1} = \hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} (\Phi_{10} \hat{\bar{F}}_{\bar{v}_0} + P_0^{-1})^{-1}. \quad (24)$$

Synthesis of the optimum structure $\hat{\bar{W}}_0$ of the regulator in the equivalent stabilization system of the spacecraft stand simulator motions under random stationary actions

The problem of synthesis of the optimum structure of the regulator in this version can be also solved using Wiener-Kolmogorov method. The matrices (14) and (15) shall be substituted into the stabilization quality functional (12). After this the functional (12) will take the following form:

$$\begin{aligned}
\dot{e} = & \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr((\{(\Phi_{10} \overset{\circ}{F}_{v_0} S'_{\eta_0 \eta_0} \overset{\circ}{F}_{v_0*} \Phi_{10*} + \Phi_{10} \overset{\circ}{F}_{v_0} [S'_{\eta_0 u_0} + \\
& + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S_{\theta_{\tilde{\theta}_0} \tilde{\theta}_{\tilde{\theta}_0}}^t (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \Phi_{10} \overset{\circ}{F}_{v_0} S'_{\eta_0 u_0} \Phi_{0*} + \\
& + \Phi_{10} [S'_{u_0 \eta_0} + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S_{\theta_{\tilde{\theta}_0} \tilde{\theta}_{\tilde{\theta}_0}}^t (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \overset{\circ}{F}_{v_0*} \Phi_{10*} + \\
& + \Phi_{10} [S'_{u_0 u_0} + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S_{\theta_{\tilde{\theta}_0} \tilde{\theta}_{\tilde{\theta}_0}}^t (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} - \Phi_{10} S'_{u_0 u_0} \Phi_{0*} - \\
& - \Phi_0 S'_{u_0 \eta_0} \overset{\circ}{F}_{v_0*} \Phi_{10*} + \Phi_0 S'_{u_0 \eta_0} \Phi_{0*} \} \overset{\circ}{R} + \overset{\circ}{F}_{v_0} S'_{\eta_0 \eta_0} \overset{\circ}{F}_{v_0*} \overset{\circ}{C})) ds.
\end{aligned} \tag{25}$$

The first variation of the functional (25) has the following form:

$$\begin{aligned}
\delta \dot{e} = & \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr((\{(\Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \Phi_{10} + \overset{\circ}{C}) \overset{\circ}{F}_{v_0*} S'_{\eta_0 \eta_0} + \\
& + \Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \Phi_{10} [S'_{u_0 \eta_0} + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S_{\theta_{\tilde{\theta}_0} \tilde{\theta}_{\tilde{\theta}_0}}^t \times \\
& \times (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] - \Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \Phi_0 S'_{u_0 \eta_0} \} \delta \overset{\circ}{F}_{v_0*} + \\
& + \delta \overset{\circ}{F}_{v_0} \{ [S'_{\eta_0 \eta_0} \overset{\circ}{F}_{v_0*} (\Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \Phi_{10} + \overset{\circ}{C}) + \\
& + [S'_{\eta_0 u_0} (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S_{\theta_{\tilde{\theta}_0} \tilde{\theta}_{\tilde{\theta}_0}}^t (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] \Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \Phi_{10} - \\
& - S'_{\eta_0 u_0} \Phi_{0*} \overset{\circ}{R} \Phi_{10} \} \} ds.
\end{aligned} \tag{26}$$

The following designations are introduced into the variation (26):

$$\begin{aligned}
\overset{\circ}{\Gamma} * \overset{\circ}{\Gamma} &= \Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \Phi_{10} + \overset{\circ}{C}; \quad \overset{\circ}{D} \overset{\circ}{D} * = S'_{\eta_0 \eta_0}; \\
\overset{\circ}{T} &= \overset{\circ}{T}_0 + \overset{\circ}{T}_+ + \overset{\circ}{T}_- = (\overset{\circ}{\Gamma} *)^{-1} \Phi_{10*} \overset{\circ}{R} \{ \Phi_{10} [S'_{u_0 \eta_0} + \\
& + (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1} S_{\theta_{\tilde{\theta}_0} \tilde{\theta}_{\tilde{\theta}_0}}^t (\tilde{G}_0 \tilde{K}_0)^{-1}] - \Phi_0 S'_{u_0 \eta_0} \} (D_*)^{-1}.
\end{aligned} \tag{27}$$

Using the designations (27), the variation (26) will take the following form:

$$\delta \dot{e} = \frac{1}{j} \int_{-j\infty}^{j\infty} tr[\overset{\circ}{\Gamma} * (\overset{\circ}{\Gamma} \overset{\circ}{F}_{v_0} \overset{\circ}{D} + \overset{\circ}{T}) \overset{\circ}{D} * \delta \overset{\circ}{F}_{v_0*} + \delta \overset{\circ}{F}_{v_0} \overset{\circ}{D} (\overset{\circ}{D} * \overset{\circ}{F}_{v_0*} \overset{\circ}{\Gamma} * + \overset{\circ}{T}_*) \overset{\circ}{\Gamma}] ds,$$

and the condition of equality of the variation (26) to zero will be as follows:

$$\overset{\circ}{\Gamma} \overset{\circ}{F}_{v_0} \overset{\circ}{D} = -(\overset{\circ}{T}_0 + \overset{\circ}{T}_+).$$

The synthesis algorithm for the optimum structure of matrix $\overset{\hat{\circ}}{F}_{v_0}$ should be written as follows:

$$\overset{\hat{\circ}}{F}_{v_0} = -\overset{\circ}{\Gamma}^{-1}(\overset{\circ}{T}_0 + \overset{\circ}{T}_+) \overset{\circ}{D}^{-1}.$$

The equation of constraints of matrices $\overset{\circ}{F}_{x_0}$ and $\overset{\circ}{F}_{x_0}$ has the following form:

$$\overset{\circ}{F}_{x_0} = \Phi_{10} \overset{\circ}{F}_{v_0} + P_0^{-1}.$$

The optimum structure of the regulator in the equivalent stabilization system of the stand simulator motion is defined by the following expression:

$$\overset{\circ}{W}_0 = \overset{\hat{\circ}}{F}_{v_0} (\overset{\hat{\circ}}{F}_{x_0})^{-1} = \overset{\hat{\circ}}{F}_{v_0} (\Phi_{10} \overset{\hat{\circ}}{F}_{v_0} + P_0^{-1})^{-1}. \quad (28)$$

Hereby, the problem of synthesis of the optimum structure of the regulator $\overset{\hat{\circ}}{W}_0$ in the equivalent stabilization system of the stand simulator motion is solved.

Conclusion

This paper provides a practically effective methodology of analytic design of the optimum stochastic control system of five-degree-of-freedom stand simulator of the spacecraft motion. The stand simulator is required for preflight training of the spacecraft crew.

This paper addresses and strictly solves the issues of synthesis of the optimum structures of regulators in control systems under determinate and random stationary actions on examined objects.

References

- 1 Azarskov V.N., Blokhin L.N., Zhiteckii L.S. Methodology of designing optimal stochastic stabilization systems. Monografiya. K.: NAU –2006. – 432 p.
- 2 Azarskov V.N., Blokhin L.N. About One Problem of Analytic Design of Regulators. // Cybernetics and computer engineering. – K.: Scientific Idea, 1981. – Ed. 51. – pp. 59–61.
- 3 Gantmaher F.F. Matrix Theory. – M.: Science, 1967. – 575 p.
- 4 Davis M.C. Factoring the Spectral Matrix. – IEEE Trans. Auto. Cont., 1963, AG-8, No. 4. – pp. 296–305.

І.Ф. Бойко, д-р техн. наук., проф., Є.С. Іваницький
(Національний авіаційний університет, Україна)

Проблеми обчислення коефіцієнтів Фур'є при стохастичному аналізі нелінійних систем

Розглянуто обчислення узагальнених коефіцієнтів Фур'є при представленні випадкових процесів у вигляді стохастичного ортогонального ряду. Запропоновано алгоритм обчислення, який ґрунтується на безмежній подільності породжуючого процесу в класі лінійних випадкових процесів.

При розв'язуванні задач стохастичного аналізу та синтезу нелінійних систем обробки випадкових сигналів досить часто виникають потреби в представленні випадкових процесів на їх виході у вигляді стохастичного ортогонального ряду. У цьому випадку, природно, потрібно обчислювати так звані узагальнені коефіцієнти Фур'є. Для виконання цієї процедури потрібно знати в явному вигляді закони розподілу як елементів ортонормованого базису, так і випадкової функції $\Phi_k(t)$, що розкладається в ортогональний ряд, де k - порядок нелінійності в термінах функціональних рядів Вольєрра [1]. Цю проблему можна подолати, якщо застосувати клас лінійних випадкових процесів, які можуть бути представлені у вигляді стохастичного інтегралу виду:

$$\xi(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau, t) d\eta(\tau), \quad (1)$$

де $\eta(\tau)$, $\tau \in (-\infty, \infty)$ - випадковий однорідний процес другого порядку з незалежними приростами і нульовим середнім, який будемо називати породжуючим, а $\varphi(\tau, t)$ - ядро лінійного процесу, дійсна невинуваткова функція,

що задовольняє при всіх $t \in (-\infty, \infty)$ умові $\int_{-\infty}^{\infty} |\varphi(\tau, t)|^2 d\rho(\tau) < \infty$,

де $d\rho(\tau) = M |d\eta(\tau)|^2$, де M - оператор математичного сподівання.

На основі лінійних процесів (1) можна утворити однорідний поліноміальний стохастичний функціонал (при кожному фіксованому t) від процесу з незалежними приростами n -го порядку

$$\Phi_n(t) = \sum_{k=1}^N a_k \prod_{j=1}^n \xi_{kj}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \cdots \int_{-\infty}^{\infty} K_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) \prod_{j=1}^n d\eta(\tau_j), \quad (2)$$

де

$$K_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) = \sum_{k=1}^N a_k \prod_{j=1}^n \Phi_{kj}(\tau_j, t) - \text{ядро} \quad (3)$$

поліноміального функціоналу; $\{a_k, k=1, 2, \dots, N\}$ - послідовність дійсних не випадково-вих чисел.

Якщо існує семіінваріант n -го порядку $\kappa_n[\eta(1)]$ випадкової величини $\eta(1)$, то для математичного сподівання функціоналу (2) маємо [2]

$$M\Phi_n(t) = n! \sum_{\sum_1^v n_j p_j = n} \prod_{j=1}^v \frac{\kappa_{p_j}^{n_j}[\eta(1)]}{(p_j!)^{n_j} n_j!} \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \hat{K}_n(\tau_1^{(p_1)}, \tau_2^{(p_1)}, \dots, \tau_{n_1}^{(p_1)}, \tau_{n_1+1}^{(p_2)}, \dots, \tau_{n_1+n_2}^{(p_2)}, \dots, \tau_{\sum_1^{v-1} n_j+1}^{(p_v)}, \dots, \tau_{\sum_1^v n_j+1}^{(p_v)}; t) d\tau_1 d\tau_2 \dots d\tau_{n_1} \dots d\tau_{\sum_1^v n_j}. \quad (4)$$

В правій частині співвідношення (4) сума розповсюджується на всі можливі різні способи неупорядкованих розкладень числа n на суму v різних додатних цілих доданків p_j з крайностями n_j , при цьому v може набувати всіх цілих значень від 1 до n ; позначення $\tau_j^{(p_i)} = \underbrace{(\tau_j, \tau_j, \dots, \tau_j)}_{(p_i)}$.

Як наслідок співвідношення (4) маємо

$$M[\Phi_n(t)\Phi_m(t)] = (n+m)! \sum_{\sum_1^v n_j p_j = n+m} \prod_{j=1}^v \frac{\kappa_{p_j}^{n_j}[\eta(1)]}{(p_j!)^{n_j} n_j!} \binom{n+m}{n} \sum_{k=1}^{\binom{n+m}{n}} \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} K_{n+m}(\tau_{k_1}^{(p_1)}, \tau_{k_2}^{(p_1)}, \dots, \tau_{k_{n_1}}^{(p_1)}, \tau_{k_{n_1+1}}^{(p_2)}, \dots, \tau_{k_{n_1+n_2}}^{(p_2)}, \dots, \tau_{k_{\sum_1^{v-1} n_j+1}}^{(p_v)}, \dots, \tau_{k_{\sum_1^v n_j+1}}^{(p_v)}; t) d\tau_1 d\tau_2 \dots d\tau_{n_1} \dots d\tau_{\sum_1^v n_j}, \quad (5)$$

де $K_{n+m}(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{n+m}; t) = \hat{K}_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) \cdot \hat{K}_m(\tau_{n+1}, \tau_{n+2}, \dots, \tau_{n+m}; t)$,

а сума за індексом k (k - номер перестановки) береться лише за тими перестановками об'єднання двох множин індексів біля аргументів $\tau \{1, 2, \dots, n\}$ та $\{n+1, n+2, \dots, n+m\}$, при яких виключені перестановки

всередині симетризованих підмножин індексів; $\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) = \frac{\alpha!}{\beta!(\alpha-\beta)!}$.

Запропонований алгоритм обчислення скалярного добутку (5) ґрунтується на безмежній подільності процесу $\eta(\tau)$. Він зводиться до розбиття числа $(n+m)$ на суму v цілих додатних складових p_j з кратностями

$$n_j, \text{ тобто } (n+m) = \sum_{j=1}^v n_j p_j, \text{ різними способами, ототожненню згідно з таким}$$

розбиттям аргументів $\{\tau_j\}$ та інтегруванню отриманих при цьому ядер $K_{n+m}(\cdot) = K_n(\cdot)K_m(\cdot)$ за аргументами $\{\tau_j\}$. Слід зауважити, що застосування запропонованого методу не передбачає знання у явному вигляді розподілів, мова про які йшла в першому абзаці. Достатньо знати послідовність семіінваріантів породжуючого процесу $\eta(\tau)$.

Розглянемо тепер нескінченну послідовність функціоналів виду (2): $\{\Phi_n(t)\}_{n=0}^{\infty}$, де $\Phi_0(t) \equiv 1$. Помножимо ядра функціоналів у такій послідовності на індикаторну функцію $I_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$, яка дорівнює 1, коли всі $\{\tau_j\}_{j=1}^n$ різні, і 0 в інших випадках, і отримаємо ортогональну систему стохастичних функціоналів від процесів з незалежними приростами

$$G_n(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} K_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) I_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n) \prod_{j=1}^n d\eta(\tau_j), \quad n=1, 2, \dots; \quad G_0(t) \equiv 1, \quad (6)$$

яку можна вважати узагальненням відомих ортогональних функціоналів Н.Вінера [1]. Для такої системи маємо [2]

$$\begin{aligned} M[G_n(t_1)G_m(t_2)] &= \\ &= \delta_{nm} n! \kappa_2^n[\eta(1)] \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} K_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t_1) K_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t_2) d\tau_1 d\tau_2 \dots d\tau_n, \quad (7) \\ &n, m=0, 1, 2, \dots \end{aligned}$$

Отже властивість ортогональності стохастичних функціоналів (6) зберігається і при їх зсувах у часі, тому вони можуть бути використані для статистичного аналізу в рамках кореляційної теорії проходження негауссівських процесів через нелінійні системи. Останні можуть бути як безінерційними, так і інерційними.

Норма для елементів системи (6) запишеться так:

$$\|G_n(t)\| = \left[n! \kappa_2^n[\eta(1)] \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} K_n^2(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) \prod_{j=1}^n d\eta(\tau_j) \right]^{0,5}, \quad n=0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Поеднуючи (6) і (8), отримаємо ортонормовану систему стохастичних функцій

$$\bar{G}_n(t) = \frac{G_n(t)}{\|G_n(t)\|} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \cdots \int_{-\infty}^{\infty} K_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) I_n(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n) \prod_{j=1}^n d\eta(\tau_j)}{\left[n! \kappa_2^n[\eta(1)] \int_{-\infty}^{\infty} \cdots \int_{-\infty}^{\infty} K_n^2(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n; t) \prod_{j=1}^n d\eta(\tau_j) \right]^{0.5}}, \quad n = 0, 1, 2, \dots,$$

Нехай зв'язок між входом і виходом нелінійної системи описується оператором $H(\cdot)$. Тоді, якщо на вході системи діє лінійний випадковий сигнал

(1), то для відгуку можемо записати $y(t) = H[\xi(t)]$. В тому випадку, коли $M[y^2(t)] < \infty$, відгук може бути зображений у вигляді ортогонального ряду

$$y(t) = \sum_{i=0}^{\infty} c_i(t) \bar{G}_i(t), \quad (9)$$

де $c_i(t) = M[y(t) \bar{G}_i(t)]$, $i = 0, 1, 2, \dots$ - узагальнені коефіцієнти Фур'є, які обчислюються згідно з формулою (5). Зауважимо, що для реалізації формули (5) потрібно, щоб відгук нелінійної системи $y(t)$ можна було виразити в термінах однорідних стохастичних функціоналів виду (2). До нелінійних систем, що задовольняють цю умову, належать такі, у яких зовнішня характеристика, що описує зв'язок між входом і виходом, належить до класу аналітичних функцій, а також системи, математична модель яких описується неперервним оператором. Цю ж умову задовольняють і нелінійні системи, які можна віднести до класу автоколивальних систем [3].

З урахуванням розкладення (9), а також властивостей ортонормованих функціоналів $\{\bar{G}_n(t)\}_{n=0}^{\infty}$, для математичного сподівання відгуку нелінійної системи маємо:

$$a(t) = M[y(t)] = \sum_{i=0}^{\infty} c_i(t) M[\bar{G}_i(t)] = c_0(t). \quad (10)$$

В свою чергу, враховуючи співвідношення (7), для кореляційної функції можемо записати

$$R[t_1, t_2] = M\{[y(t_1) - a(t_1)][y(t_2) - a(t_2)]\} = \sum_{i=1}^{\infty} c_i(t_1) c_i(t_2) M[\bar{G}_i(t_1) \bar{G}_i(t_2)]. \quad (11)$$

Таким чином, як впливає із співвідношень (10) і (11), обчислення середнього $a(t)$ та кореляційної функції $R[t_1, t_2]$ реакції нелінійної системи на дію лінійного випадкового процесу (1) зводиться до обчислення узагальнених коефіцієнтів Фур'є $c_i(t)$ за алгоритмом (5) та їх підсумовування.

Висновок. Запропонований в роботі метод стохастичних ортогональних розкладень може бути використаний на практиці при аналізі

проходження безмежно подільних випадкових процесів через нелінійні системи в рамках кореляційної теорії. Нелінійні системи можуть бути як беінерційними, так і інерційними. Самі вхідні впливи можуть бути як стаціонарними, так і нестаціонарними процесами, що описуються безмежно подільними розподілами. Це можуть бути гауссівські процеси, пуассонівські процеси, процеси, що описуються гамма-розподілом, розподілом Коші, лог-нормальним розподілом та інш.

Список літератури

1. Пупков К.А., Капалин В.И., Ющенко А.С. Функциональные ряды в теории нелинейных систем. – М.: Наука, 1976. – 448 с.
2. Бойко І.Ф., Марченко Б.Г. Ортогональні стохастичні функціонали в теорії нелінійних радіотехнічних кіл //Вісн. Тернопільського держ. техн. ун-ту, 1997. – Т.2, ч. 2. – С. 5 – 12.
3. Бедный М.С., Бойко И.Ф. Метод стохастических ортогональных разложений в теории нелинейных радиотехнических систем //Вісн. КМУЦА. – 1999. - № 2. – С. 142 – 147.

*О.М.Ключко, к.б.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна,
Інститут експериментальної патології, онкології
та радіобіології ім. Кавецького НАН України)*

*Т.В. П'ятчаніна, к.б.н., с.н.с.
(Інститут експериментальної патології, онкології
та радіобіології ім. Кавецького НАН України)*

*М.Г.Мазур
(Інститут експериментальної патології, онкології
та радіобіології ім. Кавецького НАН України)*

Огляд деяких математичних методів у дослідженні онкологічної патології

Розглянута та обґрунтована можливість застосування в галузі дослідження онкологічної патології ряду перспективних математичних та програмних методів.

Вступ. Практика застосування математичних та програмних методів в галузі дослідження онкологічної патології набула значного поширення у нашому сьогоденні [1, 4]. Більше того, прогрес у дослідженнях молекулярно-біологічних основ пухлинного росту диктує необхідність розробки нових типів технічних інформаційних систем (тіС) на основі електронних баз даних (БД) та новітніх досягнень інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) у цій галузі. *Актуальність* таких підходів обумовлена рядом причин, специфічних для цієї важливої сфери, адже вона має безпосередній вихід у практику лікування та попередження розвитку онкологічних захворювань, а отже, і збереження здоров'я та життя людей.

Проте застосування ІКТ в галузі дослідження злоякісного росту зустрічається з тими ж труднощами, які характерні для цієї практики у біології та медицині загалом. Велика кількість елементів у системах живої природи, складність зв'язків між елементами, які складають такі системи, багатofакторність, непередбачуваність взаємодій і впливів багатьох чинників, – всі ці об'єктивні причини обмежують застосування в біології та медицині методів, розроблених для технічних галузей і спонукають дослідників шукати нові та розвивати вже існуючі методи аналізу даних, застосування ІКТ. Існують також суб'єктивні причини необхідності розроблення нових методів у біології та медицині – вимога неінвазивності для багатьох методів діагностики, складність процесу отримання результатів клінічних, біологічних досліджень, їх багатозначність, адже кожне наукове спостереження, моніторинг протягом певного періоду часу характеристик стану кожного пацієнта дає десятки, а то і сотні результатів.

За *метою* в даній публікації ми поставили, враховуючи власний багаторічний досвід, зробити короткий огляд відповідних математичних

методів та аналіз можливості розробки програмних методів на їх основі, які можуть бути застосовані в галузі дослідження онкопатологій, отримання та процесінгу нових даних у цій сфері.

Короткий огляд математичних методів для обробки та аналізу даних при дослідженні онкологічних захворювань. Традиційною практикою застосування матметодів у біології та медицині стало перенесення таких методів, що поширені у техніці, фізиці тощо у галузь біології та медицини. Проте безпосереднє використання цих методів часто виявлялось неможливим та потребувало їх адаптації. Мабуть, першими матметодами, які були адаптовані до потреб біології та медицини, були методи *матстатистики*, що пов'язано із необхідністю аналізу величезних масивів даних, а також методи *обчислювальної математики та математичного аналізу*, а саме *диференційне та інтегральне числення* [1, 2, 3, 4]. По тому дослідники звернулись до методів *теорії імовірності*, чудовим прикладом втілення яких є застосування теорії Марківських процесів у молекулярній біології, та до *теорії матриць*. Адже дані, структуровані в матрицях, надалі могли бути легко «упаковані» в БД, і до них можна було застосувати методи ІКТ, розвиток яких на кінець ХХст. відбувався випереджаючими темпами. Проте, практика сучасних наукових досліджень у біології та медицині (і, відповідно, у онкології) потребувала все (більше) нових методів. Назвемо лише деякі, вибрані нами, оскільки вони з успіхом можуть застосовуватись до вирішення проблем сучасної онкології.

Кластерні методи для аналізу даних можна використовувати до вирішення задач у онкології, які пов'язані із визначенням того, чи є два (або кілька) пухлинних утворень одним і тим же об'єктом, або це два різних об'єкти. Такого виду задачі постають при аналізі процесів метастазування, розвитку пухлин у часі тощо.

Подальше за цим застосування методів *кореляційного аналізу* може допомогти з'ясувати взаємозв'язки між характеристиками або особливостями пухлинного процесу, або особливості взаємодії пухлини і організму, проаналізувати дію різноманітних лікарських препаратів та ін.

Методи *експертної регресії* стають у нагоді у тих випадках, коли неможливо надати чисельні показники, що характеризують онкологічні об'єкти та онкологічні процеси; і для їх досліджень ми маємо використати характеристики суто якісні; експертні методи, що об'єднують апарат, відповідний для вирішення таких задач. Застосування інших методів *регресійного аналізу* допомагає економізувати процеси обробки величезних масивів клінічних даних, даних моніторингу стану здоров'я населення та віднайти оптимальні шляхи для цього. Відповідно до цього, методи *апроксимації* дають можливість з'ясувати характеристики онкологічних об'єктів там, де прямі безпосередні вимірювання є неможливими.

Методи *нейронних мереж* є надзвичайно корисними для аналізу та прийняття рішень при дослідженнях онкологічних об'єктів, їх типів, елементів та багатфакторних впливів на них. Так, за допомогою *методу «дерев»* можливо оцінити стан пацієнтів із різними формами онкологічних захворювань, моніторинг їх стану протягом певного періоду часу, прогноз смертності та виживання через певні періоди часу тощо.

Приклади застосування методів обробки зображень пухлин.

Оскільки рак товстої і прямої кишки є одними із найбільш поширених форм злоякісних новоутворень в розвинених країнах світу, а ряд скринінгових і діагностичних методів ранніх стадій пухлинного процесу має свої неточності в інтерпретації результатів дослідження, то авторами [5] зроблена вдала спроба оптимізувати аналіз візуальних зображень результатів ендоскопії з використанням способу обробки кольорів текстур відео фреймів. Зміни в клітинних патернах зображення (англ. cellular pattern (pit pattern)) можуть бути використані для якісного і кількісного діагнозу патологій ободової кишки. Поліпи, які може ідентифікувати система, можуть мати різні розміри. Розрізнення зображень не можна зробити, враховуючи широкий спектр розмірів поліпів. Отже, необхідно проводити класифікацію за ознаками «нормальна» / «ненормальна» ділянка для різних розрішень для того, щоб використати інформацію, отриману для різних шкал для прийняття фінального рішення. Аналіз за багатьма характеристиками виконували, застосовуючи 2-вимірну дискретну ВЛ- трансформацію (2D-ДВЛТ) відео фреймів колоноскопії [5].

Алгоритм аналізу колоноскопичних відео фреймів. Цей метод ґрунтується на оцінці коваріації статистичних мір другого порядку на ДВЛТ кожного каналу відео фрейма [5]. Різні дослідники пропонували різні міри коваріації для аналізу кольору текстур ендоскопічних зображень; у більшості з них до уваги приймали статистичну інформацію першого порядку. Це представлено у наступних чотирьох кроках:

Крок 1

Нехай I є первинним мультиканальним сигналом, що складається із окремих каналів C_i , $i = 1, 2, \dots, c$. Модель, яка розглядається і яка описує колір зображення, вміщує максимальну кількість каналів, що дорівнює $c = 3$. Кожен із цих каналів відскановано растровим способом з вікном, яке має фіксований розмір, що дорівнює площі слайда.

Крок 2

В кожному вікні застосовують K -рівень 2D-ДВЛТ ($j_0 = K$) відповідно до рівнянь ВЛ декомпозиції. Такою є трансформація результатів у новій репрезентації первинного вікна, яке складається з:

$B = 3K + 1$ під-вікон, відповідно до різних ВЛ смуг $L_{j_0}, D_{j_1}, D_{j_2}, D_{j_3}, 1 \leq j \leq j_0$.

Якщо позначити кожен смугу на малюнку, як $B_b(k)$, де $b = 0, 1, 2, 3$ для $k = K$ та $b = 1, 2, 3$ для $k < K$,

то цим смугам відповідають $B_0(k) = L_K, B_b(k) = D_{Kb}, b = 1, 2, 3$ для $k = K$, та $B_b(k) = D_{jb}, 1 \leq j < j_0, b = 1, 2, 3$, для $k < K$, відповідно.

Крок 3

Міри зустрічаємості (*cooccurrence measures*), обчислюються для кожного під-вікна $B_b(k)$, $b = 1, 2, 3$, $k = 1, 2, \dots, K$. Отриманий в результаті набір мір відповідає різним каналам та ВЛ (вейвлет) смугам. При одному рівні ВЛ декомпозиції кольорового вікна отримуємо 144 міри (16мір зустрічаємості \times 3 ВЛ смуги \times 3 кольорові канали) (16 мір зустрічаємості \times 3

ВЛ смуги $\times 3$ кольори каналів), що включає в себе 144-вимірний характеристичний простір.

Крок 4

Значне зменшення розмірів характеристичного простору досягається, якщо вважати, що коваріація цих характеристик між різними каналами C_i , $i = 1, 2, \dots, c$. Для $c = 3$, ми визначаємо коваріацію кольорів ВЛ для ВЛ-смуги $B_b(k)$, $b = 1, 2, 3$, $k = 1, 2, \dots, K$, між двома кольорами каналів C_l та C_m .

Автоматичну ідентифікацію ранніх стадій раку товстої кишки пропонують виконувати наступним чином [5]. Спершу отримують відео фрейм, що відповідає триканальному сигналу із значеннями відповідно до кольорової моделі *RGB*. Ці величини потім проходять попередню обробку та трансформацію у різнокольорову модель $C_1C_2C_3$, що підвищує їх здатність характеризувати «нормальні» / «ненормальні» ділянки мукозної поверхні товстої кишки. Текстура інформація, присутня в кожному із C_1 , C_2 , та C_3 каналів у відео фреймі обчислюється у ВЛ домен і потім визначаються ККВЛ міри. Результуючі міри утворюють набір характеристичних векторів, які поступають у МПВ класифікатор. Результатом класифікації є кінцевий штучно згенерований фрейм, утворений перекриванням вікон, які відповідають первинним відео фреймам ділянок мукози, які вивчаються. Вікна, які були визнані «нормальними» або «ненормальними» відповідно зафарбовують у чорний та білий кольори. Таку ж процедуру повторюють і для інших відео фреймів, отриманих методом колоноскопії.

Висновки. Велика кількість даних, що її зазвичай реєструють онкологи, як і всі біологи, дуже часто втрачається в результаті таких життєвих причин, як зміна методик дослідження, зміна тем дослідження, а то й природний кінець роботи самого вченого. Уже тепер можемо бачити в бібліотеках наукових установ сотні й тисячі томів видань, яких роками ніхто не читає, а в той же час нові покоління аспірантів отримують результати або намагаються отримати певні характеристики заново, самотужки, іноді і не знаючи, що тільки повторюють на сучасному рівні досліджень окремі забуті досягнення своїх старших колег. А що вже говорити про ті результати, які взагалі не були опубліковані, залишилися лише у робочих щоденниках, але все ж мали свою наукову вартість? Багато з них втрачено назавжди.

Ця проблема сьогодні на початку ХХІ століття дедалі частіше обговорюється медиками та дослідниками-біологами, коли в усьому світі усвідомлюють, що дослідження стають щоменш ефективними не внаслідок зниження наукової вартості самих отримуваних результатів, а через те, що людський мозок не може запам'ятати та обробити всю сукупність отримуваних результатів і вони втрачаються безповоротно для наступних наукових поколінь. Настала так звана «криза між отримуваним знанням та його усвідомленням». Розвиток сучасних математичних методів, досягнення в галузі ІКТ покликані розрішити це протиріччя в науці останнього століття та надати новітні інструменти в руки науковцям та лікарям. Інструменти, які у тому числі, будуть застосовані у галузі онкології та врятують життя пацієнтів у майбутньому.

Отже, сьогодні в галузі біології і медицини важливим аспектом отримання діагностичних і прогностичних даних стали досягнення методів математичної обробки інформації, більш того, значна кількість нових методів математичного і статистичного аналізу виникли на потребу біології і медицини. Характерною рисою сьогодення стає заміна парадигми обробки експериментальних, клінічних і лабораторних даних на їх різнобічний і багатofакторний аналіз. Тобто, вирішується задача здобутку і виокремлення із емпіричних відомостей нових медико-біологічних знань для можливостей використання їх в клінічній практиці для вирішення практичних задач.

Список літератури

1. *Ключко О. М.* Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія) / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ. – 2008. – 252 с.
2. *Ключко О. М.* Деякі математичні методи при застосуванні інформаційно- комп'ютерних технологій в сучасній біології / О. М. Ключко. – К:Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 4(14), 2007. – С. 20–23.
3. *Онопчук Ю. М.* Створення математичних моделей за результатами досліджень українських учених на Ельбрусі / Ю. М. Онопчук, П. В. Білошицький, О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, “Вісник НАУ”, № 3, 2008. – С. 146–155.
4. *Білошицький П. В.* Результати вивчення проблем вищої нервової діяльності українськими вченими в Приельбруссі / П. В. Білошицький, О. М. Ключко, Ю. М. Онопчук, А. З. Колчинська – К. : Вид-во НАУ, “Вісник НАУ”, №2, 2009. – С. 105–112.
5. *Iakovidis D.K.* Texture multichannel measurements for cancer precursors' identification using support vector machines / D.K . Iakovidis , D.E. Maroulis, S.A. Karkanis - Measurement. – V. 36, Is. 3-4. – 2004. – P. 297-313.

*О.М. Ключко, к.б.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна,
Інститут експериментальної патології, онкології
та радіобіології ім. Кавецького НАН України)*

Вирішення окремих задач у галузі інформаційної безпеки: біофізичний підхід

Виконано короткий погляд окремих результатів експериментів автора з біофізики мозку. Обговорюється можливість застосування методів та підходів біофізики для вирішення окремих задач у галузі інформаційної безпеки. Як практична реалізація, описана розробка технічної системи з біосенсором для дистанційної реєстрації хімічних забруднень.

Вступ. В сучасних умовах вирішення проблем інформаційної безпеки для забезпечення національних інтересів України, а також захист людини, суспільства і держави від зовнішніх та внутрішніх інформаційних загроз набули першочергового значення. В умовах поляризованого світу особливо жорстко відбувається «боротьба за мозок» людей, їх уявлення, світогляд, домінування ідей. Незнання кібернетичних, біофізичних механізмів функціонування мозку людини, незнання законів сприйняття інформації мозком людини, її обробки (процесінгу) та закономірностей її передачі (та блокування передачі) призводить до поширення інформації, яка може бути згубною для свідомості, здоров'я людини та деструктивною для суспільства й держави в цілому. Така деструктивна інформація у епоху гібридних війн характеризується поєднанням реальних фактів та їх перекрученої трактовки, підміною понять та ін., що впливає на фізичний та психічний стан людини, її емоційну та логічну сфери на нейронному рівні; механізми цього впливу досі не зрозумілі остаточно.

Дослідженню таких нейронних механізмів після Другої Світової війни присвячені роботи високого рівня, які виконуються на базі провідних наукових установ світу, в тому числі й ряд науково-дослідницьких установ України. Серед них, у першу чергу, установи НАН України, де автор виконувала роботи протягом майже 30 років: Інститут фізіології Богомольця НАНУ під керівництвом академіків П.Г. Костюка та О.А. Криштала, Інститут кібернетики ім. Глушкова (ряд публікацій у співавторстві з проф. Ю. М. Онопчук), Лабораторія екології і токсикології Київського Держуніверситету ім.Т.Шевченка (багаторічне співавторство та розробки на матеріалах проф. З.Ф. Ключко) тощо. На базі Національного авіаційного університету під керівництвом проф. А.Я. Білецького були виконані ряд теоретичних узагальнень, програмна обробка результатів, розробка математичних та програмних моделей протягом останніх 15 років. Необхідно відзначити, що застосовані автором кількісні дослідження електричних сигналів у нейронах, дія різних агентів на їх електричні струми та застосування інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) в біологічних (Б) галузях та медицині (М)

започаткували ще академіки Амосов Н.М., Глушков В.М., Костюк П.Г. та представники їх наукових шкіл (Шкабара Е.А., П'ятигорський Б.Я. та багато інших). На сьогоднішній день вже на базі сучасного рівня ІКТ ці підходи плідно розвивають їх наступники - академік Кришталь О.А. та науковці його школи; широкий спектр таких методів представлений також у найбільш розвинених промислових країнах світу. Широкий спектр досконалих біофізичних методик традиційно й натеper з успіхом застосовується у Інституті експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Кавецького НАН України. Зазначені високодосконалі методи раніше найчастіше були застосовані для вирішення багатьох теоретичних задач біофізики та фармакології, результатом даної роботи стала їх модифікація й застосування для сфер інформаційної та екологічної безпеки.

Основна частина **Огляд виконаних досліджень.** В даній роботі автором продемонстровані математичні моделі поширення, розповсюдження у збудливих середовищах інформації, яка являє собою набір електричних імпульсів, що містять значущий для людини смисл, закодований у характеристиках цих імпульсів. Застосування такої аксіоматики дозволяє *перейти від розпливчастих понять «ідеї» та «слова» до розв'язання фізичної задачі вимірювання характеристик електричних сигналів та факторів, які можуть впливати на ці сигнали* (модифікувати їх, або блокувати їх передачу, поширення). По тому описані результати експериментального підтвердження автором запропонованих математичних моделей, впливу ряду факторів на електричні характеристики сигналів шляхом виконання фізичних експериментів для перевірки й підтвердження створених моделей. І нарешті, результати виконаних робіт були втілені автором у практику: описано розроблену автором біоінформаційну технічну систему з біосенсором для моніторингу та захисту навколишнього середовища аеропортів. Автором була виконана актуальна задача з теоретичного обґрунтування та експериментального підтвердження, удосконалення й розробки нових наукових фізичних методів і методик захисту мозку людини й суспільства від загроз у інформаційній сфері, на основі цього здійснювалась експериментальна перевірка впливу різних речовин з шкідливих викидів промислових аварій і катастроф, екотоксинів, які впливають на біоорганізми і особливо на їх нейрони. На основі отриманих автором даних були розроблені новітні технічні біосенсорні засоби детектування речовин-забруднювачів для контролю стану довкілля промислових об'єктів, а також технічних систем екологічного моніторингу довкілля. Це стає особливо актуальним натеper для ліквідації у природі хімічних забруднень як наслідків сучасних військових дій на території України, техногенних катастроф на підприємствах хімічного та нафтогазового комплексів (масштабна пожежа на нафтобазі в Київській обл. в червні 2015р. та інші). По тому автором була розроблена та багаторазово випробувана новітня технічна система збирання і обробки даних «ЕкоІС», яка є комплексною, в ній об'єднуються вимірювальні прилади, комп'ютерні засоби та алгоритми обробки даних, система та окремі методики, які не застосовувались раніше (або окремі елементи «ЕкоІС» не застосовувалися

раніше). Ця система дозволяє виконувати моніторинг впливу токсичних та шкідливих речовин на різних рівнях ієрархії живого.

Очікується, що нове застосування запропонованих у роботі методів біофізики сприятиме удосконаленню інформаційного забезпечення громадян, підприємств тощо, оскільки застосування встановлених автором закономірностей функціонування мозку покладено в основу розроблених нових ефективних методів, засобів та режимів отримання, зберігання, використання і розповсюдження суспільно значущої інформації.

Що стосується застосування отриманих автором результатів для вирішення проблем екологічної безпеки, то у світі постійно створюють нові системи екологічного моніторингу, технічні засоби контролю за станом довкілля, проте кожен наступний рік вимагає удосконалених рішень цих задач внаслідок виникнення нових екологічних загроз; наприклад тих, що виникли на сході України внаслідок військових дій, які натеper там відбуваються. За даними на квітень 2015р., на території Донбасу знаходяться близько кількох сотень підприємств, зруйнованих внаслідок військових дій, що спричиняють хімічне забруднення оточуючого середовища токсичними органічними сполуками; це вже призвело до хімічного ураження людей, ряду біоорганізмів, хімічного забруднення оточуючого середовища – землі, води (в т.ч. ріки Сіверський Донець). Автором запропоновані й будуть продемонстровані деякі новітні шляхи вирішення проблем екобезпеки: на основі удосконалення методів та технічних пристроїв, що застосовувалися у галузі біофізики й розробки нових, були створені нові системи екологічного моніторингу, технічні засоби контролю за станом довкілля (біосенсиори нового типу), відповідні методики та теоретичні узагальнення на основі останніх досягнень новітніх знань і технологій – молекулярної біофізики, нанотехнологій, інформаційних технологій (ІТ), інших.

Результати багаторічних робіт з розробки системи екологічного моніторингу з технічним засобом біосенсорного контролю за станом навколишнього середовища мають як наукове, так і практичне значення для господарських об'єктів України. Важливість цих робіт для науки обумовили вибір теми даної дисертаційної роботи. Успішні доповіді автора на цю тему під час ряду міжнародних форумів також свідчать про актуальність роботи.

Запропонована система моніторингу «ЕкоС» розроблена на базі новітніх технічних засобів контролю стану довкілля - технічних біосенсорів нового покоління, розроблених із урахуванням новітніх досягнень біофізичних досліджень електричних хемоактивованих струмів через природні мембрани при дії на них молекулами деяких шкідливих та токсичних речовин- забруднювачів довкілля. Тим самим закладені основи створення новітньої технічної системи екологічного моніторингу, яка включає в себе нові технічні засоби контролю за станом навколишнього середовища (біосенсиори - комплекси діагностики наявності та якості органічних забруднювачів); а також розробки супутніх методик на основі аналізу отриманих біофізичних даних, теоретичного їх обґрунтування та експериментального підтвердження, застосування сучасних досягнень інформаційно- комп'ютерних технологій на основі баз даних (БД) в тому числі і для організмів-біоіндикаторів.

Завдання, вирішені при виконанні роботи.

1. *Застосовуючи теорію збудливих середовищ, розробити математичну модель розповсюдження інформації у 2D просторі та надати трактовку понять конфіденційності, цілісності та доступності інформації у рамках такої моделі. Дослідити можливості моделі щодо кодування інформації.*

2. *Застосовуючи підходи досліджень автоколивальних процесів у біофізиці нейронів мозку розробити адекватну математичну модель поширення інформації у 2D просторі з можливістю її подальшої модифікації та/або блокуванням її поширення з метою забезпечення інформаційної безпеки.*

3. *Для обґрунтування оцінок техногенного ризику виконати математичну обробку отриманих чисельних експериментальних даних, розробити відповідні математичні та програмні моделі досліджених ефектів, а також розробити нові типи технічних інформаційних систем (tIC) з базами даних (БД), зокрема електронні робочі місця (ЕРМ).*

4. *Проаналізувавши зразки-прототипи методик, сучасних технічних систем, біосенсорів, та розробити нові лабораторні, біофізичні експериментальні методики, біотехнології, які не були розроблені раніше, для створення нового типу нейронних біосенсорів як технічних засобів контролю за станом навколишнього середовища аеропортів на основі високоточної біосенсорної реєстрації біофізичних характеристик процесів у мозку.*

5. *Експериментально дослідити біосенсорно-реєстровані електричні сигнали при функціонуванні молекул та молекулярних комплексів за дії деяких екотоксинів; на основі отриманих даних розробити нові заходи захисту від токсичних, шкідливих речовин біля об'єктів–забруднювачів.*

6. *Експериментально дослідити в технічних біосенсорних системах можливість розробки елементів з керованою генерацією електричних сигналів із заданими характеристиками, модифікацію таких сигналів, їх підсилення, виділення на фоні шумів.*

7. *Розробити нову сучасну комплексну технічну систему збирання та обробки даних про довкілля, в якій об'єднані розроблені новітні біосенсиори, вимірювальні прилади, комп'ютерні засоби, алгоритми обробки даних та методи моніторингу окремих екосистем: «Екологічну інформаційну систему» – «ЕкоІС».*

Протягом близько тридцяти років поставлені завдання були успішно виконані у процесі клопітких комплексних робіт. Для їх виконання було застосовано цілий спектр сучасних методів досліджень, перелічимо лише окремі. Насамперед це численні математичні методи: методи матаналізу – диференційне числення, інтегральне числення, методи апроксимації, теорія матриць, статистичні методи – МНК, інші; теорія імовірності, аналіз шумів; кластерний аналіз, обробка зображень; методи реляційної алгебри, регресійний аналіз для прогнозування і створення математичних моделей технічних систем, пристроїв моніторингу. Крім того, застосовували створення фізичних, математичних, програмних моделей, розробка алгоритмів, створення реляційних та об'єктно-орієнтованих баз даних для відповідних

технічних систем та пристроїв. Виконується також моніторинг біооб'єктів на/та навколо промислових, пошкоджених об'єктів, районах військових дій, інших джерел техногенного забруднення, фоновий моніторинг.

З численних біофізичних методів досліджень слід назвати вивчення трансмембранних електричних струмів на нейронах мозку та їх ансамблях, тестування дії екотоксинів на параметри електричних сигналів від біооб'єктів, їх вимірювання, методи фіксації потенціалу на мембрані, фіксації концентрації.

Висновки. Внаслідок успішного проведення автором багаторічних досліджень було отримано ряд вагомих наукових результатів, з яких перелічимо лише кілька. Так, вперше

- на основі методів теоретичної біофізики, а саме *на основі теорії збудливих середовищ*, розроблено математичні моделі поширення, розповсюдження у збудливих середовищах інформації, яка являє собою набір електричних імпульсів, що містять значущий для людини смисл, закодований у характеристиках цих імпульсів;

- застосування обраних *методів теоретичної біофізики у галузі інформаційної безпеки* дозволяє перейти від розпливчастих понять «ідей», «поняття», «слова» та ін. до розв'язання фізичної задачі вимірювання характеристик електричних сигналів та факторів, які можуть впливати на ці сигнали (модифікувати їх, або блокувати їх передачу, поширення);

- на математичних моделях показано, що *поняття міжнейронних контактів*, як точок передачі інформації між елементами збудливих середовищ застосовано до явищ розповсюдження деструктивної інформації; розглянуті також *поняття конфіденційності, цілісності та доступності інформації як функції стану визначених точок-контактів*;

- запропоновано *новітній тип технічних біосенсорів для контролю за станом оточуючого середовища аеропортів, та у районах промислово-насичених (Дніпропетровська обл.), промислово-забруднених в т. ч. внаслідок військових дій (Донбас), регіонах важкодоступних (Карпати), із застосуванням розроблених тІС та відповідних математичних методів.*

Матеріали теоретичних досліджень та отримані експериментальні результати автором були використані та використовуються натеper у навчальному процесі трьох університетів.

Список літератури

1. Ключко О. М. Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія) / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ. – 2008. – 252 с.
2. Ключко О. М. Деякі математичні методи при застосуванні інформаційно- комп'ютерних технологій в сучасній біології / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 4(14), 2007. – С. 20–23.

Безпека систем IoT

Розумний будинок включає в себе величезну кількість IoT-пристроїв, які збирають і обробляють дані. Вони дають користувачам певні можливості по контролю за апартаментами як в ручному, так і автоматичному режимі. IoT пристрої періодично обмінюються даними по Мережі і ці дані повинні бути захищені. Однак зробити це зовсім не просто.

Через те, що всі елементи ланцюжка мають доступ в Інтернет, це робить їх уразливими до атак ззовні і наражає на небезпеку не тільки інформацію користувача, але також його здоров'я. Все це змінює парадигму мислення, в якій мовиться: «Мій будинок - острівець безпеки».

SSL - основний інструмент забезпечення безпеки в інтернеті, що дозволяє організовувати захищений обмін даними навіть в недовіреній мережі. Однак реалізація стійкого SSL - не таке вже й легке завдання, помилки в рішенні якої можуть призводити до масштабних проблем, таким, як вразливість Heartbleed.

У сфері інтернету речей існує власна реалізація SSL - MatrixSSL, і як показує практика, з рівнем її захищеності не все гаразд.

У 2015 році було опубліковано дослідження SEC Consult, автори якого зуміли виявити понад 80000 підключених до мережі пристроїв, які використовували одні й ті ж ключі шифрування, опубліковані в домашньому репозиторії MatrixSSL. Ще десятки тисяч пристроїв на базі MatrixSSL можна знайти за допомогою пошукової системи Shodan.

Такі пристрої часто - це мережеве обладнання на зразок WiMAX-шлюзів або кабельних модемів інтернет-провайдерів. Це означає, що наявність критичних вразливостей в софті, що використовується цими пристроями, може призводити до масштабних інцидентів інформаційної безпеки.

І подібні уразливості були виявлені дослідниками - в 2016 році Флоріан Ваймер (Florian Weimer) і Ханно Бек (Hanno Böck) розкрили інформацію про криптографічних проблемах MatrixSSL - крім іншого була виявлена можливість викрадення приватних ключів шифрування. Після спілкування з Бёком, ІБ-дослідник компанії Tripwire Крейг Янг (Craig Young) вирішив уважніше вивчити рівень захищеності сертифіката X.509 MatrixSSL.

Поставивши собі за цими питаннями, компанії Google, Samsung Electronics, Silicon Labs і деякі інші об'єдналися з метою розробити новий бездротової мережевої стандарт спеціально для розумних будинків. Він отримав назву Thread. Thread використовує IPv6 і побудований на стандарті IEEE 802.15.4, а основним його достоїнством є саме безпека. Одночасно в мережі можуть знаходитися до 250 пристроїв, які захищаються шифруванням рівня банківської системи.

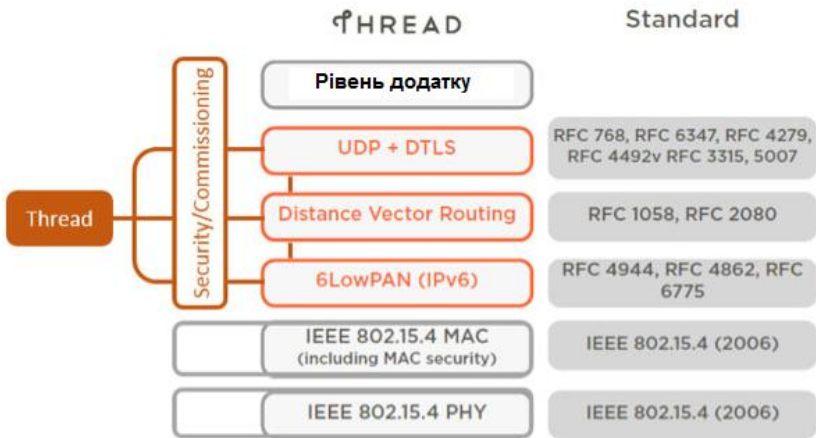
У мережі Thread використовуються лише 2 типу пристроїв:

- Маршрутизатор (Router Eligible)

- Кінцевий вузол (End Device)

Маршрутизатор це вузол, який необхідний для підтримки коміркової топології мережі (пошук маршруту, ретрансляція повідомлень і т.д.). Маршрутизатор, який організовує мережу буде автоматично призначений Лідером цієї мережі і крім стандартних завдань буде виконувати управління мережею:

- призначати вузли, які будуть брати участь в мережі в якості маршрутизатора
- видавати адреси для підключаються вузлів, використовують DHCPv6



Однак, вся інформація, що зберігається в лідерський вузлі дублюється в інших маршрутизаторах. Якщо виникли проблеми, інші маршрутизатори в мережі в автономному режимі можуть стати Лідерами, слідуючи правилу «одна мережа - один Лідер».

Пристрої, які при підключенні до мережі вказали свій тип як Кінцевий вузол, не підтримують можливість здійснення будь-яких операцій, пов'язаних з маршрутизацією. Навпаки, вся зв'язок із зовнішнім світом здійснюється через «батьківські» вузли - маршрутизатори. При використанні змінних джерел живлення, кінцеві вузли можуть бути запрограмовані як «сплячі» для продовження терміну служби від одного комплекту.

При втраті батьківського вузла і після декількох невдалих спроб відновити з ним зв'язок, кінцеві вузли в автономному режимі намагатимуться знайти нового «батька».

Взаємодія з IP-мережами

Кожен пристрій в мережі Thread має власну IPv6-адресу, за допомогою якої він може бути адресований як всередині мережі (Home Area Network), так і з поза, використовуючи можливості Thread по маршрутизації IP-повідомлень. Для цих цілей використовуються спеціальні граничні роутери (Border routers,

функціонально нагадують Wi-Fi-роутери), які дозволяють спілкуватися пристроям Thread із зовнішнім світом через інтерфейси Wi-Fi, Ethernet і т.д. У



одній мережі Thread може бути кілька таких роутерів.

Вузли в мережі Thread використовують префікси, отримані від граничного шлюзу (Border router), для формування глобальної IPv6-адреси або сформованого префікса для формування унікальної локальної адреси (ULA). Routing ID для вузла видається Лідером мережі. Для обміну повідомленнями в мережі Thread використовується протокол UDP. Спільно з UDP стек Thread використовує CoAP-протокол (Constrained Application Protocol), який дозволяє розширити можливості UDP. CoAP-протокол додає підтримку механізму повторних відправлень і визначає порядок проходження повідомлень. Крім цього він додає підтримку HTTP-методів GET, POST, PUT і DELETE. Це дозволяє, при використанні зовнішнього CoAP-to-HTTP-проксі, працювати з пристроями Thread прямо з веб-браузера.

«З року в рік ми чуємо, що в кінці кінців залишиться лише один протокол, який буде використовуватися по всіх усядах», - говорить Реза Каземі (Reza Kazemi), експерт по товарній політиці Piper. - Але кожен раз на ринку з'являється все більше число продуктів, які спілкуються на власному «мовою». Але хтозна, може саме Thread стане тією «срібною кулею», яка вирішить всі вищенаведені проблеми.

Створення університетського сайту

Університетський сайт являє собою обов'язкову умову для успішного розвитку навчального закладу. Розглянемо основні моменти створення і розвитку сайту на рівні університету.

Інформаційно-освітнє середовище (ІОС) університету розглядається в сучасній педагогіці як відкрита, багатовимірна педагогічна реальність, що охоплює психолого-педагогічні умови та сучасні інформаційно-комунікаційні технології і засоби навчання та забезпечує взаємодію і співпрацю, розвиток особистості викладачів та студентів у процесі вирішення освітніх завдань.

З активним розвитком “Всесвітньої павутини” все більше інформації отримується саме з «веб-просторів». Банківські перекази, передачі документів та спілкування. Потенційний абітурієнт в першу чергу, буде шукати інформацію про навчальний заклад за допомогою мережі Інтернет. Якщо ж університетський сайт відсутній, більше всього абітурієнт зверне увагу на заклад, про який він може дізнатись більше. Окрім того, наявність сайту також забезпечує:

1. Підвищення якості навчання за рахунок використання викладачами спеціальної інформації та розширення діапазону інформаційних потреб різних категорій слухачів, забезпечення прозорості та об'єктивності систем моніторингу якості освіти.
2. Усунення територіальних бар'єрів в процесі навчання студентів за рахунок дистанційних форм навчання, забезпечення мотивованої самостійної роботи студентів при оволодінні професією.
3. Суттєве прискорення руху управлінської інформації, автоматизацію процесів організації та управління освітніми процесами.
4. В сукупності це веде до зниження вартості навчання, що сприяє подальшому розвитку навчального закладу

Сайт навчального закладу по класифікації є порталом: «Портал – Веб-сайт, призначений для спеціальної аудиторії, який забезпечує: об'єднання інформаційного наповнення і доставку важливої для певної аудиторії інформації; спільну роботу і колективні послуги; доступ до послуг і додатків для обраної аудиторії, що надається на основі строгої персоналізації». Створення порталу потрібно починати з отримання права розміщення сайту на сервері. В кожного університету є особистий домен з сервером і сайт має бути обов'язково розміщений на ньому. Наступний крок : побудова порталу за принципом який представлений в таблиці 1.

Таблиця 1.

Принципи проектування порталу університету

Гетерогенності і складності середовища	<ul style="list-style-type: none"> • Багате інформаційне наповнення порталу (контент). • Різноманітна структура сервісів порталу, що постійно розвивається. • Різні групи користувачів (цільова аудиторія). • Доступність усіх його ресурсів. • Можливість пошуку ресурсів. • Можливість створення власного ресурсу
Зв'язності різних функціональних зон	<ul style="list-style-type: none"> • Взаємозв'язок із загальноуніверситетською інформаційною системою. • Зручність переключення між різними видами діяльності на порталі. • Зручна, єдина система навігації для всіх ресурсів порталу (одним натисканням кнопки миші). • Легкість навігації у локальній мережі. • Доступ до університетської системи електронної пошти. • Безліч перехресних посилань, посилання на корисні ресурси в мережі. • Введення порталу до глобальної мереж • Можливість змінювати і підлаштовувати елементи порталу «під себе», гнучкість навчання за ресурсами порталу (модель користувача). • Можливість змінювати представлення інформації на порталі. • Лінгвістичний сервіс (російська, українська, англійська версії)
Гнучкості і керованості середовища	
Персоналізації	<ul style="list-style-type: none"> • Можливість здійснювати реєстрацію користувачів і розмежування прав доступу. • Надання набору ресурсів під час пошуку залежно від групи користувачів. • Можливість авторизованого редагування ресурсів порталу
Автентичність	<ul style="list-style-type: none"> • Облік вікових, статевих, індивідуальних особливостей користувачів порталу – вивчення аудиторії порталу, побудова профілів користувачів, опитування відвідувачів

Після створення і запуску сайту постає одна важлива проблема – його подальший розвиток. Інформаційне-освітнє середовище завжди має зміни, і підтримка актуальної інформації є важливою частиною підтримки порталу. Від цього напряму залежить зацікавленість і активність користувачів. Окрім того, веб-технології з кожним роком все удосконалюються і потрібно оновлювати сайт за сучасними стандартами. Наприклад нові версії CSS дозволяють зменшити використання мови програмування Javascript, що дозволяє краще оптимізувати сайт. Також потрібно пам'ятати що на Windows XP знаходиться до цих пір 15% користувачів і більшість з них використовують застарілу версію Internet Explorer(IE), що додає багато проблем. Сайт навчального закладу має бути доступним для всіх, але старі версії IE(до 7.0) не підтримують нові технології такі як DOM Level 2 , через що приходится враховувати і таку проблему.

Висновок. Сайт університету підвищує зацікавленість потенційних абітурієнтів до навчального закладу, а також дозволяє студентам та навчальному складу легко отримувати актуальну інформацію. Після створення порталу важливо його підтримувати і розвивати, інакше він не зможе себе проявити в повній мірі.

Список літератури

1. Панченко Л.Ф. Контент-аналіз сайтів педвузів України / Л.Ф. Панченко // Сб. научн. тр. по материалам междуна- родной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2007». Том 17. Педагогика, психология и социология. – Одесса: Черноморье, 2007. – С. 46–48.

2. Вагарина Н.С. Структура и сервисы региональных об- разовательных порталов и сайтов учебных заведений / Н.С. Вагарина, Н.И. Мельникова, С.В. Папшев, А.А. Сытник, Т.Э. Шульга // Интернет-порталы: содержание и технологии: сб. науч. ст. – Вып. 2 / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др. – М.: Просвещение, 2004. – С. 163–190.

*O.S. Melnyk, candidate of technical science, associate professor,
D.G. Korablyov,
(National Aviation University, Ukraine)*

Model of single-electron nanotransistor for computer-aided design

Proposed nonlinear model of single-electron nanotransistor for providing information to system of automated circuit design Electronics Workbench. Analyzed dependence in current-voltage characteristics of nano-device through values of temperature and operating mode.

Single-electron nano-devices are modern and perspective elemental base for large scale integral circuits, because they provide ultralow power consumption and up high operating frequency range (up to 10 THz) for new functional nanoelectronic devices. Such devices have one or few sub low regions of conduction, that have extremely low capacity. Due to high resulting charging energy of this area, electrical charge within it becomes quantized, this means that by creating certain electrical fields we can induce or terminate tunneling of electrons in quantum area or otherwise. Such effect, that been called Coulomb blockade, has been used for managing extra low streams of electrons through single-electron nanotransistor.

Single-electron transistor (SIT) – is basic element of single-electron devices. It has only one area of conduction, that connected with source and drain electrodes through tunnel junctions. That area is called Coulomb island that have electrostatic connection with one or two of gate electrodes.

In blocked state there is no available energy levels inside tunnel area on source contact. All energy levels on island electrode with lesser energies are filled with electrons. Energy levels of island are decreasing when positive voltage being applied to gate electrode. Electron can be tunneled on island or into vacant energy level and from there to drain electrode, reaching level of Fermi on it.

By periodically changing voltage on SIT gate, because recurring Coulomb blockade effect, there is a probability of stepped current modulation, which is passing from source to drain. Furthermore, in single-electron devices that possess few areas with mutual capacitive link, it becomes possible for transition of certain single electrons through those areas. As follows, it is possible to implement totally new logical circuits based on single-electron devices that designed to operate with individual electrons.

Statement of objective. It is necessary to modulate voltage-current characteristics of SIT. At the beginning, we should apply electronic model in form of equivalent electrical circuit of SIT (Figure. 1,b), which has been implemented into database of computer aided design program - Electronics Workbench.

Based on schematic of single-electron transistor (Fig. 1,a) $U_{g,s,d}$, $R_{g,s,d}$, $C_{g,s,d}$ – in accordance, are potentials, tunnel (quantum) resistances and capacities of gate, source and drain. On equivalent scheme of single-electron transistor (Fig. 1,b): U_g – control voltage on gate, U_{s-d} – power supply voltage of source – drain, $C_{g-d} = C_{g-s} = 0.8$ aF, $C_{s-d} = 0.4$ aF, – capacity gate-drain, gate source and source-drain accordingly; R_g – resistance of gate, $R_{1,2,3}$ – equivalent quantum resistances in-between source and drain, diodes VD_1 , VD_2 and additional power sources $E_1 = 20$ mV and $E_2 = -20$ mV are modelling effects of Coulomb blockade in normal and inverse modes.

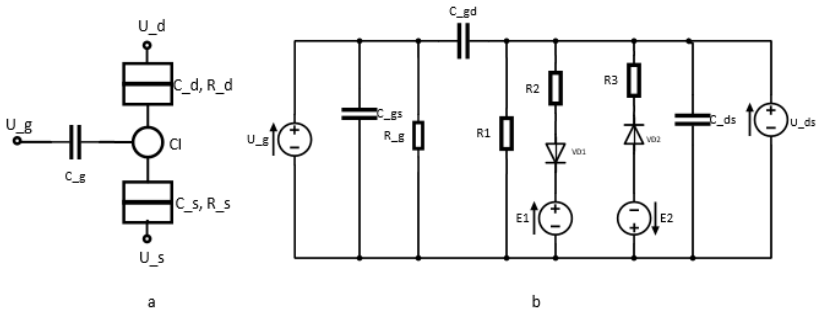


Fig. 1. Model of single-electron transistor with following parameters: $C_g = 3.2$ aF, $C_s = C_d = 1.6$ aF, $R_s = R_d = 100$ MOhm (a), and equivalent electrical circuit for its model (b), CI – Coulomb island

In nonlinear model of SIT, resistance of R_1, R_2, R_3 resistor dependency from input voltage U_g on gate is considered to be approximated as following functions:

$$R_1(U_g) = R_{11} + R_{12} * \cos\left(\pi * \frac{U_g}{U_T} + k_1\right), \quad (1)$$

$$R_2(U_g) = R_3(V_g) = \frac{R_{23} * R_1(U_g)}{R_1(U_g) * k_2 - R_{23}}, \quad (2)$$

where R_{11}, R_{12}, R_{23} – resistance parameters of model configuration; $U_T = \frac{k*T}{q} = \frac{T}{11600}$ – thermodynamic potential, that with temperature value of $T = 297$ K is equal to 25 mV; k_1 and k_2 - approximation coefficients (Fig. 2).

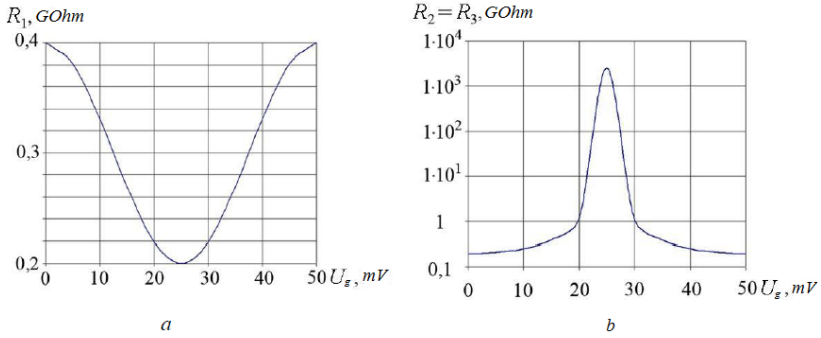


Fig. 2. Dependence graphs of resistances R_1 (a), R_2 and R_3 (b) from gate voltage U_g , plot data has been calculated by using formulas (1) and (2)

Temperature-related parameters of tuning are changing by these laws:

$$R_{11}(T) = R_{11}(T_0) + R_{2T} * \exp(-0.09 * T),$$

$$R_{12}(T) = R_{2T} * \exp(-0.09 * T),$$

$$R_{23}(T) = R_{23}(T_0) + R_{3T} * T,$$

where: T – temperature, parameters of approximation have next values:
 $R_{11}(T_0) = 11.8 \text{ GOhm}$, $R_{23}(T_0) = 0.2 \text{ nOhm}$, $R_{2T} = 3 \text{ GOhm}$ and $R_{3T} = 0.05 \text{ nOhm}$.

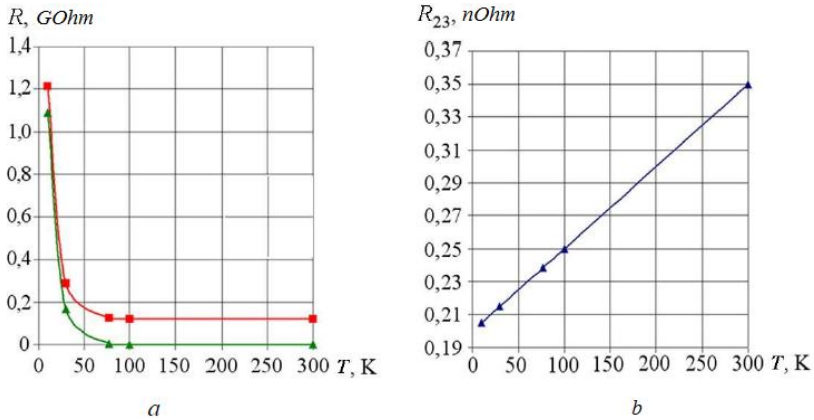


Fig. 3. Dependence of resistant tuning parameters R_{11} , R_{12} (a) and R_{23} (b) from temperature: —■— - R_{11} ; —▲— - R_{12}

Temperature dependencies of resistant parameters has been represented on Fig. 3.

By using system of automatic design Electronics Workbench let's simulate current-voltage characteristic of single-electron transistor, thus by fixating the voltage on gate and changing voltage of source-drain we will register values of source current (Fig. 4).

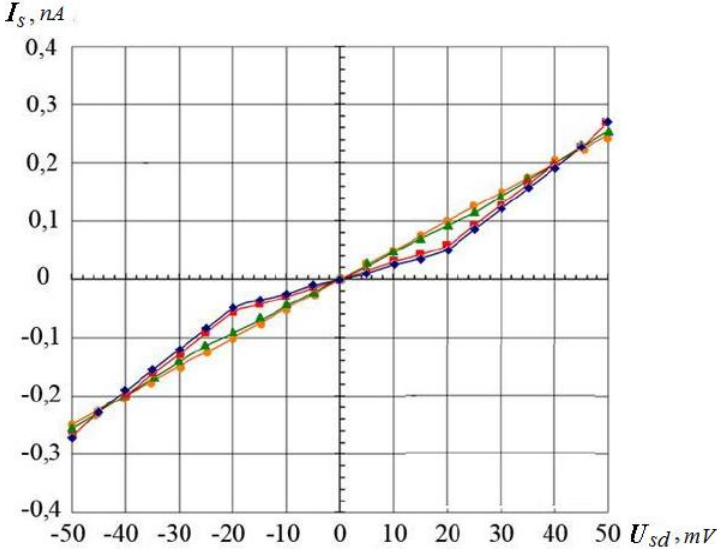


Fig. 4. Current-voltage characteristics of single-electron transistor model, build with different values of gate voltage. $C_g = 3.2 \text{ aF}$, $C_s = C_d = 1.6 \text{ aF}$, $R_s = R_d = 100 \text{ MOhm}$, $T = 30 \text{ K}$: —◆— $-U_g = 0 \text{ mV}$, —■— $-U_g = 10 \text{ mV}$, —▲— $-U_g = 20 \text{ mV}$, —●— $-U_g = 25 \text{ mV}$

Obviously that within values more than 10 mV on gate voltage, Coulomb blockade begins to disappear and with value of $U_g = 25 \text{ mV}$ – completely vanishes.

Let's analyze behavior of current-voltage characteristics with changing temperature and zero voltage on gate ($U_g = 0$).

As follows from fig. 5, within temperature values grater than 30 K, Coulomb blockade begins to vanish, and with temperature value of $T = 100 \text{ K}$ is completely gone. Calculated current-voltage characteristics models of single-electron are almost comparable with experimental data that been described in following research [2, 3].

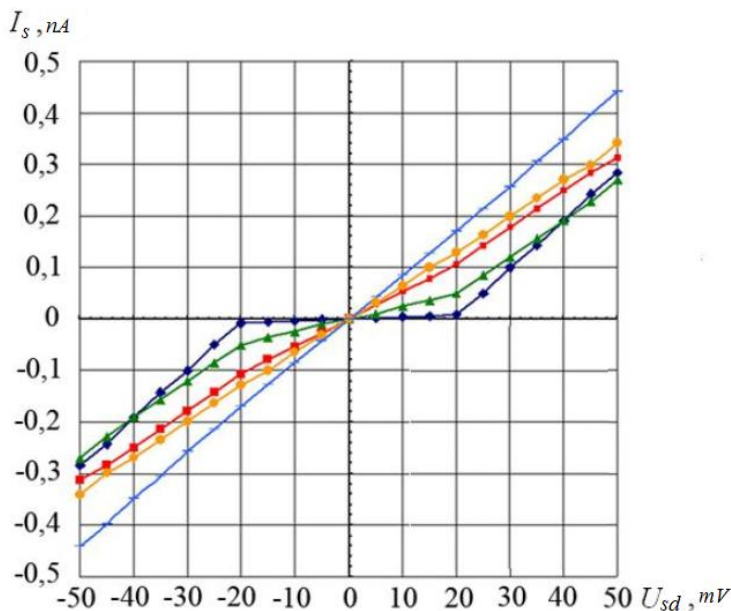


Fig. 5. Current-voltage characteristics of single-electron transistor, build with different temperature values: —◆— $T = 10\text{ K}$, —▲— $T = 30\text{ K}$, —■— $T = 77\text{ K}$, —○— $T = 100\text{ K}$, —x— $T = 300\text{ K}$

Conclusion. By analyzing current-voltage characteristic models of single-electron transistor, which have been build with software Electronics Workbench in different terms, has been defined that current-voltage characteristic of single-electron transistor are mostly dependent on two parameters – gate voltage and temperature.

- within values of gate voltage that are greater than 10 mV, Coulomb blockade begins to decrease, and with $U_g = 25\text{ mV}$ completely vanishes, that concludes in straight current-voltage characteristic.

- with temperature values greater than 30 K, Coulomb blockade begins to decrease and towards temperature of $T = 100\text{ K}$ – completely gone.

References

1. Hwang S.W. KOSEC developed at Nanoelectronics Laboratory in Korea University / S.W. Hwang Seoul, Korea, 2008. – 825 p.
2. Yu Y.S. Modeling of Single-Electron Transistors for Efficient Circuit and Design / Yu Y.S. // IEEE Trans. Electron. Devices. – 1999. - #7. – P. 1667 – 1682.

*А. В. Нікітчук, асистент, Б. М. Уваров, д.т.н. професор
(КПІ ім. І. Сікорського, Україна)*

Оптимізація показників надійності структурно-конструктивних модулів першого та другого рівня

Розглянуто проблему досягнення максимальної надійності елементів електронної структури (ЕЕС) чарунок і всього радіоелектронного блоку при дії теплових дестабілізуючих факторів. Розроблені та описані програмні модулі для оптимального розміщення чарунок в блоці і ЕЕС в чарунках.

Структурно-конструктивні модулі (СКМ) є основною складовою електронної апаратури. Вже на етапі проектування апарату необхідно приймати такі технічні рішення, які дадуть змогу досягнути найвищих показників його надійності в умовах експлуатації. Сучасний рівень обчислювальних засобів (персональних комп'ютерів – ПК) дозволяє підтверджувати правильність таких рішень за допомогою імітаційного моделювання, виявити можливі проблеми, уникнути найбільш значущих недоліків конструкції. Але для цього необхідно створювати об'єктно-орієнтовані програмні продукти – системи автоматизованого проектування (САПР), що дають можливість одержати кількісні показники функціональних характеристик проектного апарату на етапі проектування.

Для підвищення якості моделювання необхідно враховувати велику кількість різноманітних факторів у відповідних математичних моделях, тобто вдосконалення таких моделей є пріоритетним напрямом. Оскільки, у склад електронного апарату зазвичай входить велика кількість елементів електронної структури, то врахування різноманітних параметрів, констант моделей та функціональних показників кожного з них є дуже складною задачею. Створювані програмні модулі САПР повинні давати можливість виконувати велику кількість складних математичних операцій з мінімальною витратою часу.

Головна вимога до методів проектування електронних апаратів – створити такі математичні моделі їх СКМ, які забезпечать оптимальність їх функціональних характеристик в умовах експлуатації. Надійність елементів електронної структури (ЕЕС) електронного апарату прямо пов'язана з їх температурами, тому й необхідно створювати методи оптимізації теплових режимів СКМ [1].

Тепловий режим в блоці можна оптимізувати, раціонально розташовуючи чарунки відносно одна одної. Тепловиділення в чарунках неоднакові, а залежать від теплової потужності встановлених на них ЕЕС. Тому можливо так розмістити чарунки, щоб температури ЕЕС в них були оптимальними.

Число неповторюваних варіантів P_k розміщення k чарунок в блоці дорівнює числу перестановок: $P_k = k!$, тому навіть для невеликого числа

чарунок кількість варіантів їх розміщення досить велика (для п'яти чарунок $P_k = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 120$).

Теплота від всіх чарунок, кінець-кінцем відводиться до стінок корпусу, а потім віддається до оточуючого середовища. Для чарунки, що знаходиться між іншими, схема теплових потоків враховує радіаційний теплообмін із сусідніми чарунками, радіаційний теплообмін чарунки із стінками корпусу, конвективний теплообмін чарунки із внутрішнім повітрям у корпусі, конвективний теплообмін внутрішнього повітря зі стінками корпусу. Температура стінок корпусу звичайно нижча, ніж температура будь-якої чарунки, тому умови охолодження двох крайніх чарунок кращі, ніж умови тих, що знаходяться між сусідніми.

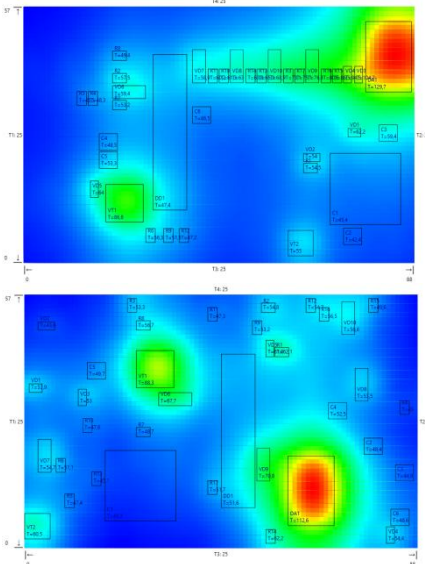


Рис. 1. Зміна температурного поля чарунки в результаті оптимізації

Створений програмний продукт генерує варіанти розташування чарунок і їх координати в корпусі після чого послідовно для кожного варіанту проводяться розрахунки показників надійності, та з отриманого масиву даних обирається максимально надійний варіант.

Додаткові можливості підвищення показників надійності чарунок у блоках можуть бути одержані завдяки топологічній оптимізації описаній у [2] – такому розміщенню ЕЕС на основі чарунки чи мікррозбірки, яке забезпечує їх оптимальні температури й максимальну надійність.

У створеному програмному продукті проводити параметричну оптимізацію можливо за декількома цільовими функціями:

імовірність безвідмовної роботи чарунки, максимальна температура у чарунці, середня температура. Приклад зміни температурного поля у чарунці в результаті оптимізації наведений на рисунку 1, а показники цільових функцій для даного прикладу наведені у таблиці 1, де P – імовірність безвідмовної роботи, $T_{\text{сер}}$ – середня температура, $T_{\text{макс}}$ – максимальна температура, Π – покращення.

На кожному кроці оптимізації генеруються параметри x_i та y_i (координати ЕЕС) і обчислюється цільова функція. У процесі обчислення координат виконуються умовні обмеження – виключаються можливості перекриття контактних площинок ЕЕС одна іншою.

В результаті вибирається комплект параметрів при яких значення обраної цільової функції оптимальне. Під час проектування основні результати розрахунків виводяться у вікні, наведеному на рис.

Таблиця 1

	До	Після	П, %
P	0,424	0,458	8,02
T _{сер.} °C	63,5	55,5	12,60
T _{макс.} °C	129,7	112,6	13,18

2, а саме: номінальні (базові) інтенсивності відмов λ_6 , коефіцієнти режиму, температури геометричних центрів та імовірності безвідмовної роботи для кожного з ЕЕС. Детальні результати розрахунків та всі параметри ЕЕС можна переглянути в відповідних вікнах програми.

Перелік елементів на платах							
№	PCB	Вид	Тип	λ_6	Kr	T, °C	P
R6	1	Резистори	C1-4	5.3E-08	0.51	56.3	0.977
C1	1	Конденсатори	K50-38	1.8E-07	0.39	45.4	0.973
DA1	1	Інтегральні мікросхеми	100-500 елементів	3.3E-08	15.61	129.7	0.96
VD7	1	Напівпровідникові прилади	2C102A	4E-09	0.63	58.9	0.986
R11	1	Резистори	C1-4	5.3E-08	0.53	60.2	0.977

Рис. 2. Вікно з параметрами ЕЕС

Створений програмний продукт проводить роз-рахунки в реальному часі, тобто є можливість вибору положення ЕЕС в залежності від конструктивних особливостей проектного приладу.

Список літератури

1. Нікітчук А. В. Визначення показників надійності радіоелектронних апаратів, що обумовлюються тепловими режимами / А.В. Нікітчук, Б.М. Уваров // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2014. — № 57. — С. 92—103.
2. Nikitchuk A. V. Optimization of Arrangement Heat-Producing Functional Units and Radio Elements on the Printed Circuit Board / A. V. Nikitchuk, B. M. Uvarov // Electronics and control systems. — 2016. — № 1. — С. 54—59.

В.О. Козаревич, асистент, С.В. Панін
(Національний авіаційний університет, Україна)

Вимір характеристик світлодіодів в інтегруючій півсфері

Розглянуто специфіку двох істотно різних методів вимірювання світлового потоку джерел світла зі складним просторовим світлорозподілом: гоніометричним і «інтегруючої півсфери». Відзначено, що вимірювання світлового потоку джерел світла гоніометричним методом, зважаючи перспективними по точності і «інформативності», вимагають серйозних витрат часу. Метод «інтегруючої півсфери» дозволяє проводити вимірювання світлового потоку джерел світла з довільним світлорозподілом в просторі на порядки швидше, ніж гоніометричний метод. При використанні в якості реєструючого пристрою спектрофотокориметра для визначення кольорних характеристик джерел світла з'являється можливість одночасно отримувати дані про спектральний склад, кольорні характеристики і світловому потоці світлодіодів.

В результаті технологічних успіхів у виробництві світлодіодів (СД) вони продовжують витіснити «традиційні» джерела світла (ДС) в промислово-житловому будівництві, такі як більшість ламп розжарювання і розрядних. Важливим параметром СД є його світловий потік. Вимірювання цього параметра, часто приводиться в специфікаціях на СД. Відомі два методи вимірювання характеристик СД: гоніометричний і «інтегруючої півсфери».

Гоніометричний метод заснований на покроковій фіксації значень сили світла СД при його повороті на відомий кут на кожному кроці (Рис.1).

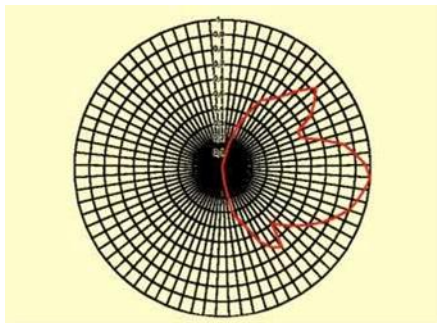


Рис. 1. Приклад асиметричної кривої сили світла світлодіода.

Нами було взято за основу другий метод «інтегруючої півсфери», у якому порівнюються невідомий (вимірюваний) світловий потік з заздалегідь відомим світловим потоком еталонного вісьосиметричного ДС. Цей метод дозволяє вимірювати світловий потік ДС з довільним світлорозподілом на порядки швидше, ніж гоніометричний.

При оцінці якості світлового середовища вирішальне значення має яскравість саява джерела світла і освітлюваних їм поверхонь. Яскравість - світлова величина, яка безпосередньо сприймається оком; вона являє собою поверхневу щільність сили світла в заданному напрямку, яка визначається відношенням сили світла до площі проекції поверхні яка візнітиться на площину, перпендикулярну тому ж напрямку.

Розрізняють два окремих випадки визначення яскравості L :

1) яскравість в точці M поверхні джерела в напрямку світлового променя I визначається за формулою:

$$L = I / A \cos \theta \quad (1)$$

де I сила світла в напрямку I ; A — елемент світної поверхні, що містить точку M ; $A \cos \theta$ — сила світла, яка припадає на одиницю площі проекції;

2) яскравість в точці M поверхні приймача (наприклад, ока або фотоелемента) в напрямку I що являє собою відношення освітленості E , створюваної в цій точці приймача в площині, перпендикулярній напрямку I , до тілесного кута Ω , в якому укладено світловий потік, який створює цю освітленість (нормальна освітленість, яка припадає на одиницю тілесного кута):

$$L = E / \Omega \quad (2)$$

У загальному випадку яскравість світної поверхні різна в різних напрямках, тому яскравість, подібна силі світла, характеризується значенням і напрямком.

Критерієм оцінки змінного природного освітлення служить коефіцієнт природної освітленості (КПО), що являє собою відношення природної освітленості E_m , створюваної в точці M на заданій (робочій) поверхні всередині приміщення світлом неба (безпосереднього або після відбиття), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості під відкритим небосхилом E_n . КПО виражається у відсотках. Участь прямого сонячного світла у визначенні E_m і E_n виключається. Значення КПО, позначуваного у формулах як e , знаходиться з виразу

$$e_m = (E_m / E_n) 100\% \quad (3)$$

Також з КПО природного освітлення в розрахунках застосовується геометричний КПО, позначуваний \mathcal{E} . Він відрізняється від e тим, що не враховує вплив скління і оброблення в приміщенні, а також нерівномірної яскравості небосхилу. Геометричний КПО визначається за законом проекції тілесного кута.

Сумарне значення КПО в тій чи іншій точці приміщення визначається наступними складовими:

1) часткою природного освітлення, що створюється прямим світлом неба та оцінюваним значенням геометричного КПО;

2) часткою КПО, обумовленої при бічному освітленні віддзеркаленням світла фасадами конфронтуючих будівель і землею;

При цьому участь прямого сонячного світла у створенні яскравості поверхонь, що відбивають виключається; часткою КПО, обумовленої віддзеркаленням світла від внутрішніх поверхонь приміщення.

Для оцінки розподілу природної освітленості в приміщенні застосовується показник нерівномірності освітлення (на заданій поверхні), який є відношенням мінімального до середнього або мінімального до максимального значення КПО.

Значення КПО показує, яку частку складає освітленість в даній точці М приміщення від одночасно заміряної освітленості горизонтальної поверхні на відкритому місці при дифузному світлі неба. Абсолютне значення освітленості у будь-якій точці приміщення можна знайти з виразу:

$$E_M = E_H e_M / 100 \quad (4)$$

Тобто для визначення освітленості в якій-небудь точці приміщення в той чи інший момент часу необхідно знати одночасну зовнішню освітленість при дифузному світлі неба. Остання знаходиться по кривим зовнішньої освітленості при дифузному світлі неба, які зазвичай будуються на основі результатів обробки багаторічних вимірювань, які проводяться регулярно метеорологічними станціями.

В основу розрахунку і моделювання природного освітлення приміщень покладені два закони:

1) закон проєкції тілесного кута

Він каже, що освітленість E_M у будь-якій точці поверхні приміщення, створювана рівномірною світною поверхнею неба, прямо пропорційна яскравості неба L і площі проєкції тілесного кута, в межах якого з даної точки видно ділянку неба, на освітлювану робочу поверхню.

При цьому прийнято три припущення:

- яскравість неба у всіх точках однакова
- не враховується вплив відбитого світла
- не враховується скління світло-отвору

2) закон світлотехнічної подібності (рис. 2).

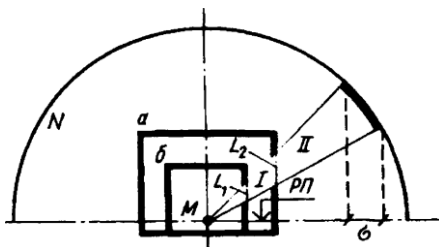


Рис. 2. Схеми до закону світлотехнічної подібності. Моделі приміщення в масштабі 1:10

Освітленість в точці М приміщення створюється через вікна, які мають яскравість $L1$ і $L2$. Різна яскравість може створюватися, наприклад, застосуванням різних сортів скла (прозорого, молочного, контрастного, матованого тощо). Однак при різних розмірах вікон (I і II), але з однаковим

склінням, освітленість в точці М створюється одним і тим же тілесним кутом з вершиною у цій точці.

Із закону проєкції тілесного кута випливає, що освітленість в точці М залишається постійною за умови, якщо $L_1 = L_2 = L_n = \text{const}$. Отже, освітленість в якій-небудь точці приміщення залежить не від абсолютних, а від відносних розмірів приміщення. Велике практичне значення цього закону полягає в тому, що він дозволяє вирішувати задачі природного освітлення, користуючись методом моделювання, тобто оцінювати умови освітлення приміщень на моделях. Для цього виготовляються моделі в масштабі не менше ніж 1:20. При цьому ретельно дотримуються всі геометричні та світлотехнічні параметри (обробка, пропорції, деталі та ін.) інтер'єру.

Перш за все, в цьому небосхилі-геліокліматроні можливо великомасштабне моделювання системи «небо-сонце-земля». На таких моделях можливо проводити комплексні дослідження з питань природного та суміщеного освітлення, інсоляції, сонцезахисту, світлопрозорим матеріалів і конструкцій, колірного рішення інтер'єру, пластики фасадів, зорової працездатності в світло-колірному середовищі, характерної для різних кліматичних районів. Такі можливості повинні забезпечуватися чотирма основними особливостями керованого світлодіодного обладнання небосхилу: моделювання хмарного і ясного неба, «сонця» з різними координатами, що обертається поверхнею «землі» і світлиться підстильною поверхнею.

Висновок. Найбільш важливим світлотехнічним параметром ДС є світловий потік, за яким визначають чотири інші світлові величини, зважаючи винятково на геометричні фактори. Згідно з оглядом вимірювання світлового потоку СВД має певні особливості. Конструкція, спектральний склад випромінювання, умови живлення й теплового коефіцієнту цих джерел світла ставлять специфічні вимоги до конструкції засобів вимірювання та методів їхнього калібрування

Список літератури

1. Мешков В.В. Основы светотехники: Учеб. пособие для вузов. Ч. 1. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1979. 368 с.
2. Сапожников Р.А. Теоретическая фотометрия. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. 262 с.
3. Оболенский Н.В. Архитектурная физика, Архитектура-С, Москва 2007г. 442с
4. Круглов О.В., Кузьмин В.Н., Томский К.А., «Измерение светового потока светодиодов», Научно-технический журнал «Светотехника» №3, 2009. – 70 с.

О.О. Тризна, В.О. Лацанньов, Б.А. Чебукін,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Шляхи оптимізації функціонування технічного обслуговування систем повітряних даних магістральних літаків

Зростаючі вимоги до безпеки польотів створюють необхідність в постійному контролі та моніторингу за точністю повітряно-швидкісних параметрів. Розподілена система повітряних даних реалізувала в собі всі сучасні вимоги до визначення повітряно-швидкісних параметрів за рахунок виключення необхідності використання пневмопроводів та зменшення числа лінійно замінюваних блоків. Модернізація цієї системи дозволила суттєво зменшити час необхідний на обслуговування, що є важливим фактором для реалізації регулярності польотів повітряного судна, та зменшення загальної ваги системи.

На сьогодні існує дві основні архітектури побудови системи повітряних даних: централізована та розподілена.

Централізована система повітряних з'явилася раніше за розподілену, та характеризується наявністю одного комп'ютера повітряних даних (частіше всього наявний ще один резервний комп'ютер) до якого надходять всі виміряні тиски. Ця особливість вимагає використання великої кількості пневмотрактів, що проходять від зондів чи портів сприйняття тиску до центрального комп'ютера повітряних даних.

Розподілені системи повітряних даних складаються із зондів повітряних даних з інтегрованими вимірювачами тисків в кожному місці розміщення датчика. Наприклад в мультифункціональному датчику SmartProbe™ фірми Goodrich скомбіновано функції прийому повного, статичного тиску, кута атаки, та комп'ютер повітряних даних в одному лінійно замінюваному блоці. Даний блок складається з комп'ютера повітряних даних комбінованого з мультифункціональним зондом. SmartProbe™ може просто передавати локальні повітряні дані на цифрову шину даних, або ж працюючи суміжно з іншими датчиками SmartProbe™ та отримуючи сигнали від датчика температури загальмованого потоку повітря, може бути обчислено вся інформація повітряних даних в кожному місці установки датчика.

Розподілена система повітряних даних SmartProbe™ має низку переваг в порівнянні з централізованою системою, серед яких:

- Усунення необхідності в пневмотрактах (не потрібно проводити перевірки на течу, не потрібна установка вологовідстійників та дренажних трубок);
- Усунення необхідності в окремому вимірювачі кута атаки;
- Вища надійність через наявність активного контролю за обігрівом пневмозондів;
- Усунення необхідності в окремому контролері за обігрівом пневмозондів;

- Усунення пневматичної похибки (запізнення показань на 3,3 мс на кожен метр пневмотракту)
- Менша вага
- Зменшення енергоспоживання
- Усунення «поверхневих ефектів» при вимірюванні статичного тиску.

З високорозвиненою технологією та меншою кількістю компонентів, закладених при розробці, система повітряних даних SmartProbe™ піднімається вище традиційних систем повітряних даних завдяки простоті та ефективності конструкції.

Переваги, що забезпечуються передовою архітектурою системи повітряних даних SmartProbe™ включають в себе:

- Зменшенні витрати на розробку та виробництво виробниками оригінального обладнання через зменшення кількості компонентів та простоти конструкції
- Зменшення витрат на строк служби компонента і підвищення продуктивності системи та надійності для експлуатантів та інших організацій
- Підвищена точність системи через виключення запізнення в показаннях тиску та підвищена точність визначення висоти завдяки встановлених урівень портів статичного тиску
- Простота в технічному обслуговуванні, так як компоненти легкодоступні для ремонту чи заміни, також у фюзеляжі менше отворів під датчики ніж у традиційної системи повітряних даних.
- Зменшене енергоспоживання та перенагрів зондів завдяки використанню передової вбудованої системи управління обігрівом.
- Довгий строк служби та інтегрована архітектура призводить до підвищення середнього часу напрацювання до відмови, завдяки використанню активної системи управління обігрівом та застосуванню витривалої конструкції та матеріалів для пневмозонду.

Використання передових технологій, матеріалів та простої конструкції забезпечують переваги в порівнянні з традиційною системою повітряних даних представлені наступною діаграмою (рис. 4.3.):

Система повітряних даних SmartProbe™ успішно застосовується на наступних повітряних суднах цивільної та воєнної авіації: Embraer 170/190, Bombardier Learjet 85; Dassault Falcon 7X; Legacy 450/500 та Phenom 300; і гелікоптер Sikorsky X2.

При аналізі карт-завдань по обслуговуванню системи повітряних даних на літаку типу Boeing-737 (в яких застосовується централізована система повітряних даних) та системи повітряних даних SmartProbe™ можна зробити наступні висновки:

- Обслуговування традиційної системи повітряних даних потребує перевірок на протікання пневмопроводів, періодичне промивання та продувку пневмопроводів;
- Для тестування та відшукування несправностей в традиційній системі повітряних даних необхідне додаткове обладнання, що включає додаткові економічні та часові затрати при обслуговуванні.



Рис. 1. Переваги використання архітектури *SmartProbe™*

Також ,при аналізі та розрахунку ефективності модернізації було зроблено наступні висновки :

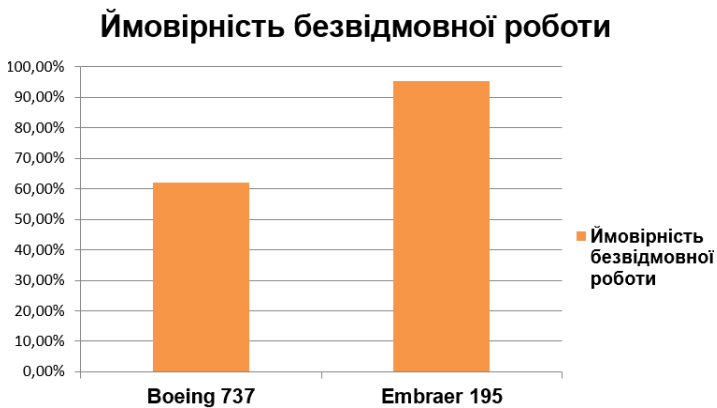


Рис.2. Ймовірність безвідмовної роботи

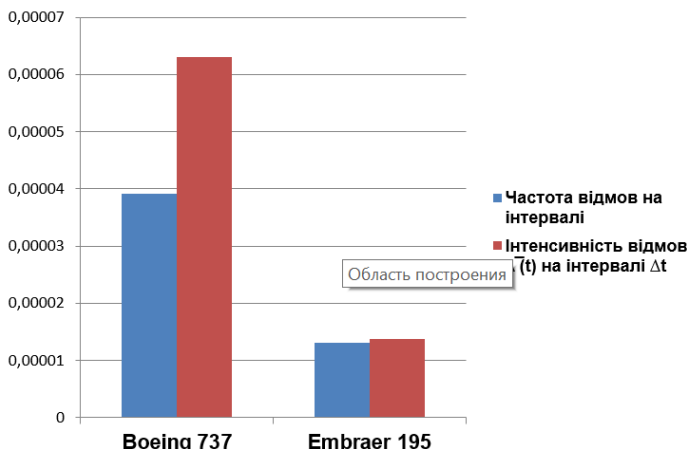


Рис.3. Частота та інтенсивність відмов на інтервалі Δt

Висновок. Отже, використання системи повітряних даних розподіленого типу SmartProbe™ має ряд переваг в обслуговуванні, що є ключовим для безперервної та повної експлуатації літака. Розподілена система визначення повітряно-швидкісних параметрів має ряд переваг при обслуговуванні та експлуатації в порівнянні з традиційною системою, а саме:

- Легкодоступність компонентів системи;
- Мала вага компонентів системи;
- Можливість швидкої заміни блоків системи;
- Інтегрована в загальну систему літака система пошуку відмов та несправностей;
- Відсутність в необхідності в додатковому обладнанні для проведення тестів та перевірок на протікання системи;
- Висока надійність компонентів та зносостійкість.

Одним з найважливіших факторів для експлуатантів літаків є зменшення часових та фінансових затрат на обслуговування системи, тому дана система є правильним вибором для установки на сучасні літаки.

*О.М. Ключко, к.б.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна,
Інститут експериментальної патології, онкології
та радіобіології ім. Кавецького НАН України)
А.В. Харков, М.В. Остапенко,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Молекулярна електроніка - технологія майбутнього

Доповідь присвячено питанням розвитку молекулярної електроніки. У доповіді наведено історія і дано огляд загального рівня розвитку молекулярної електроніки. Описані можливі шляхи подальшого розвитку молекулярної електроніки.

Вступ. Можливість використання молекулярних матеріалів і окремих молекул, як активних елементів електроніки, вже давно привертає увагу дослідників різних галузей науки. Однак тільки останнім часом, коли стали практично відчутні межі потенційних можливостей напівпровідникової технології, інтерес до молекулярної ідеології побудови базових елементів електроніки перейшов у русло активних і цілеспрямованих досліджень, які стали сьогодні одним з найважливіших і перспективних науково-технічних напрямків електроніки.

Основна частина. Подальші перспективи розвитку електроніки пов'язуються зі створенням пристроїв, що використовують квантові явища. Останнім часом широко ведуться теоретичні та експериментальні дослідження штучно створюваних низькорозмірних структур; квантових шарів, дрітків і крапок. Очікується, що специфічні квантові явища, що спостерігаються в цих системах, можуть лягти в основу створення принципово нового типу електронних приладів.

Перехід на квантовий рівень, без сумніву, є новим, важливим етапом у розвитку електроніки, тому що дозволяє перейти на роботу практично з одиничними електронами і створити елементи пам'яті, у яких один електрон може відповідати одному біту інформації. Однак створення штучних квантових структур представляє складну технологічну задачу. Останнім часом стало очевидним, що реалізація таких структур пов'язана з великими технологічними складнощами навіть при створенні одиничних елементів, і непереборні труднощі виникають при створенні чипів з багатомільйонними наборами елементів. Виходом із ситуації, на думку багатьох дослідників, є перехід до нової технології - молекулярної електроніки.

Принципова можливість використання окремих молекул, як активних елементів мікроелектроніки, була висловлена Фейнманом ще в 1957 році. Пізніше він показав, що квантовомеханічні закони не є перешкодою у створенні електронних пристроїв атомарного розміру, доки щільність запису інформації не перевищує 1 біт / атом. Однак, тільки з появою робіт Картера й співавторів стали говорити про молекулярну електроніку, як про нову міждисциплінарну галузь, що включає фізику, хімію, мікроелектроніку і

комп'ютерну науку, і яка ставила собі за мету перехід мікроелектроніки на нову елементну базу - молекулярні електронні пристрої.

Тут виразно напрошується аналогія з історією розвитку пристроїв точного часу, які пройшли шлях від механічних хронометрів, де використовуються різного типу маятники, через кварцові годинники, засновані на твердотільних резонансах, і, нарешті, до найбільш точних сучасних годинників, де використовують внутрішньо-молекулярні ефекти в молекулах аміаку. Подібним чином розвивається і електроніка, що пройшла шлях від механічних електромагнітних реле і електровакуумних ламп до твердотілих транзисторів і мікросхем, а сьогодні вона підійшла до межі, за якою лежить область молекулярної технології.

Не випадково, що основна увага дослідників була зосереджена на молекулярних системах. По-перше, молекула являє собою ідеальну квантову структуру, що складається з окремих атомів, рух електронів по якій задається квантово-хімічними законами і є природним межею мініатюризації. Іншою, не менш важливою особливістю молекулярної технології є те, що створення подібних квантових структур значною мірою полегшено тим, що в основі їх створення лежить принцип самозбірки. Здатність атомів і молекул при певних умовах мимовільно поєднуватися в наперед задані молекулярні ансамблі є засобом організації мікроскопічних квантових структур; оперування з молекулами зумовлює і шлях їх створення. Саме синтез молекулярної системи є першим актом самозбірки відповідних пристроїв. Цим досягається ідентичність зібраних ансамблів і, відповідно, ідентичність розмірів елементів, що забезпечує надійність і ефективність протікання квантових процесів, функціонування молекулярних механізмів.

З самого початку розвитку молекулярного підходу в мікроелектроніці відкритим залишалось питання щодо фізичних принципів функціонування молекулярних електронних пристроїв. Тому основні зусилля були зосереджені на їх пошуку, при цьому основна увага приділялася одиночним молекулам або молекулярним ансамблям. Незважаючи на велику кількість робіт в цьому напрямку, практична реалізація молекулярних пристроїв ще далека до завершення. Однією з причин є те, що в початковий період становлення молекулярної електроніки сильний акцент був зроблений на роботі окремих молекул, пошуку і створенні бістабільних молекул, що імітують тригерні властивості. Звичайно, цей підхід досить привабливий з точки зору мініатюризації, але він залишає мало шансів на те, що молекулярні електронні пристрої можуть бути створені найближчим часом.

Розвиток нового підходу в мікроелектроніці вимагає вирішення ряду проблем в трьох основних напрямках: розробка фізичних принципів функціонування електронних пристроїв; синтез нових молекул, здатних зберігати, передавати і перетворювати інформацію; розробка методів організації молекул в супрамолекулярних ансамблях або в молекулярних електронних пристроях.

На даний час ведеться інтенсивний пошук концепцій розвитку молекулярної електроніки і фізичних принципів функціонування нанопристроїв, розробляються основи побудови базових елементів.

Молекулярна електроніка стає новою міждисциплінарною областю науки, що об'єднує фізику твердого тіла, молекулярну фізику, органічну і неорганічну хімію і ставить собі за мету перехід електронних пристроїв на нову елементну базу. Для вирішення поставлених завдань і концентрації зусиль дослідників, що працюють в різних областях знань, у всіх індустріально розвинених країнах створюються «центри молекулярної електроніки», спеціалізовані лабораторії, проводяться міжнародні конференції та семінари.

Зараз, та мабуть і найближчим часом, важко говорити про створення молекулярних електронних пристроїв, що працюють на основі функціонування одиночних молекул, але можна реально говорити про використання молекулярних систем, в яких внутрішньо-молекулярні ефекти мають макроскопічний прояв. Такі матеріали можна назвати "інтелектуальними матеріалами". На перших етапах розвитку молекулярної електроніки реалістичним є наступний підхід: використовувати в першу чергу макроскопічні властивості молекулярних систем, обумовлені структурними змінами, що відбуваються на рівні окремих молекулярних ансамблів. З точки зору електроніки і потенційної можливості стикування молекулярних пристроїв з їх напівпровідниковими побратими, було б бажано мати справу з молекулярними системами, що змінюють свою електронну провідність при зовнішніх впливах, в першу чергу під впливом електричного поля.

Ідеї молекулярної електроніки не зводяться до простої заміни напівпровідникового транзистора на молекулярний, хоча і таке завдання буде вирішуватися. Головною метою сучасних стратегій розвитку наноелектроніки все ж є створення складних молекулярних систем, що реалізують одночасно кілька різних ефектів, що виконують комплексні задачі. До завдань цього типу природно в першу чергу віднести задачу створення універсального елемента пам'яті, як найбільш важливої частини будь-якого інформаційно-обчислювального пристрою. Звісно ж є очевидним, що потенційні можливості молекулярної електроніки будуть доповнені в ході прогресу створення нейронних мереж, які складаються з нейронів, поєднані у структури за допомогою електроактивних синапсів.

Висновки. Створення нових типів нанопристроїв згідно розглянутих вище принципів, створення штучних нейронів засобами молекулярної електроніки, різного типу біосенсорів включених в єдину мережу, відкріє шлях до реалізації всіх потенційних можливостей, закладених в нейрокомп'ютерній ідеології. Це також дозволить розробити принципово новий тип інформаційно-обчислювальних систем і підійти впритул до вирішення проблеми створення штучного інтелекту.

Список літератури

1. Ключко О. М. Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія) / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ. – 2008. – 252 с.
2. Ключко О. М. Моделювання поширення електричних сигналів по нейрону та його наноструктур / О. М. Ключко, Р. Р. Хайрудінов. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 2(28), 2011. – С. 120–124/

3. *Ключко О. М.* Комп'ютерне моделювання деяких нанoeлементів для радіотехнічних та телевізійних систем / О. М. Ключко, А. О. Пашківський, Д. Ю. Шеремет. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 3(33), 2012. – С. 102–107

4. *Шутко В. Н.* Застосування принципів нанобіоніки при розробці нових елементів для телевізійних систем / В. Н. Шутко, О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, «Вісник Інженерної Академії Наук», № 2, 2013. – С. 157–161.

О.М. Ключко,
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ,
Інститут експериментальної патології, онкології
та радіобіології ім. Кавецького НАН України, м. Київ)
М.В. Остапенко, А.В. Харков,
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Нанопам'ять та деякі механізми її функціонування

Розглянуто та проаналізовано досвід розробки елементів нанопам'яті, обґрунтована принципова можливість розробки таких технічних наносистем. Розглянуто деякі біофізичні механізми функціонування подібних утворень у природі.

Вступ. Розробка технічних елементів нанопам'яті привертає увагу дослідників та інженерів у багатьох провідних науково-технічних лабораторіях світу. Вирішенню цих проблем присвячена значна кількість сучасних публікацій ряду провідних науковців, що працюють в галузі розробки та створення нанокomp'ютерів. Нижче будуть розглянуті окремі закономірності функціонування елементів нанопам'яті. По тому будуть проведені паралелі між сучасними технічними розробками нанопам'яті та молекулярною пам'яттю у природних нейронах на рівні мембранних молекулярних структур.

Основна частина. Досвід розробки елементів нанопам'яті як технічного пристрою. Розглянемо досвід розробки елементів нанопам'яті в лабораторіях США. Було показано, що інформація, що надходить у вигляді електричних імпульсів, може запам'ятовуватися комплексними молекулярними структурами з різними характеристиками провідності в залежності від напрямку в просторі. Для створення таких молекулярних структур потрібної конфігурації на першому етапі досліджень відбирали молекули, які б підходили для виконання такої ролі. Надалі декілька типів молекул були випробувані в пристроях як нанопори, що можуть перебувати у станах з високою або низькою провідністю. З випробуваних тільки два типи молекул з нітро-групами продемонстрували потрібні властивості. В цих експериментах було виявлено, що серед інших розглянутих молекул, атомів, елемент Pd утворював найкращий контакт між металом та матричними молекулярними структурами, у які він був інкорпорований. Елементи Ni, Pt, Cu займали проміжне положення згідно цим властивостям, а найменше ці властивості виявляли Au, Ag. Вчені також досліджували інші елементи, розглядали піридини, солі діазонію, ізонітріл, Se, Te, різні типи кінцевих карбоксильних груп. Утворена з таких молекулярних фрагментів структура виявляє властивості анізотропії; застосування анізотропних структур вважають найбільш перспективним при розробці нанопам'яті. (За визначенням, *ізотропія* — це подібність фізичних властивостей у всіх напрямках, інваріантність, симетрія по відношенню до вибору напрямку. На протигагу

цьому *анізотропія* означає відмінність, асиметрію властивостей об'єктів у різних напрямках простору).

Оперативна нанопам'ять («запам'ятовування») в утворених таким чином молекулярних структурах функціонує внаслідок зберігання високих або низьких значень провідності в окремих фрагментах таких структур. При прикладенні напруги така система може переходити із стану з низькою провідністю у стан з високою провідністю. Стан з високою провідністю розглядають (і він зберігається), як біт. Подібним чином можна сконструювати молекулярні структури, що мають подвійну природу, тобто можуть поводити себе як провідники, або як напівпровідники. Так, геометричні комбінації нанотрубок показали ідентичність їх властивостей до властивостей діодів, транзисторів, перекачам, та іншим компонентам відповідно вже кремнієвих технологій.

Нанопам'ять як феномен функціонування природних нейронів.

Жива природа демонструє нам феномени, дуже близькі за своїми рішеннями до наведених вище прикладів молекулярної пам'яті, які розробляються в техніці. Розглянемо приклад пам'яті на рівні мембранних структур нейронів мозку, які також є молекулярними. Так, мембрана нейрона являє собою бішар ліпідів з вбудованими у них білковими молекулами. Ці молекули білку здатні пропускати через свої каналні структури електрично заряджені іони; таким чином утворюється трансмембранний електричний струм у характеристиках якого закодована інформація. На цьому рівні також можна з успіхом спостерігати явища ізотропії та анізотропії мембранних структур.

Система плоско паралельних мембран нейрону (внутрішня і зовнішня) – це яскравий приклад анізотропії, яка ґрунтується на асиметрії білкових молекул у складі мембран. Як свідчать всі спостереження за природними явищами, найцікавіші сценарії розгортаються у анізотропних середовищах і мембрани нейронів не є винятком. Перебіг електричних трансмембранних сигналів з середини назовні мембрани й у зворотному напрямку є асиметричними, їх чисельні характеристики відрізняються. Крім того, у тому випадку, якщо білкова молекула «прошиває» бішар і є каналом для переміщення струмутворюючих іонів, вони можуть бути «захоплені» «електронними пастками» (циклічними вуглеводневими структурами) цього білка. Останні подібні до тих «електронних пасток», які розробляються на тепер для елементів нанопам'яті у техніці і які були розглянуті нами вище. Такі феномени можуть забезпечити «запис» інформації нейроном вже на рівні мембран та їх складових молекулярних компонентів.

Висновки. В роботі розглянуто та проаналізовано досвід розробки елементів нанопам'яті як технічного пристрою. Показано, що застосування анізотропних молекулярних структур є найбільш перспективним при розробці нанопам'яті. Продемонстровано, що окремі принципи структури й функцій сучасних наноприладів мають багато спільних рис зі структурами та їх функціонуванням у живій природі.

Список літератури

1. *Ключко О. М.* Інформаційно-комп'ютерні технології в біології та медицині (монографія) / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ. – 2008. – 252 с.
2. *Ключко О. М.* Деякі математичні методи при застосуванні інформаційно-комп'ютерних технологій в сучасній біології / О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 4(14), 2007. – С. 20–23.
3. *Ключко О. М.* Моделювання поширення електричних сигналів по нейрону та його наноструктурам / О. М. Ключко, Р. Р. Хайрудінов. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 2(28), 2011. – С. 120–124
4. *Ключко О. М.* Комп'ютерне моделювання деяких нанoeлементів для радіотехнічних та телевізійних систем / О. М. Ключко, А. О. Пашківський, Д. Ю. Шеремет. – К. : Вид-во НАУ, «Електроніка та системи управління», № 3(33), 2012. – С. 102–107
5. *Шутко В. Н.* Застосування принципів нанобіоніки при розробці нових елементів для телевізійних систем / В. Н. Шутко, О. М. Ключко. – К. : Вид-во НАУ, «Вісник Інженерної Академії Наук», № 2, 2013. – С. 157–161.
6. *Ключко О. М.* Застосування методів біофізики при розробці нової системи моніторингу екологічного стану довкілля аеропортів / О. М. Ключко. – К.: Вид-во НАУ, «Вісник Інженерної Академії Наук», № 2, 2014. – С. 72–76.

Т.В. Бородій, Е.Г. Азнакаєв, І.А. Яковенко
(Національний авіаційний університет, Україна)

Розробка пасивного акустичного наносенсора

У дослідженні представлена інформація про виявлення акустичних хвильових процесів з використанням графенового наносенсора. Схема пасивного акустичного пристрою представлена і обговорюється в цій статті. Зміну геометрії графенової наносенсорної системи при дії зовнішнього акустичного тиску було змодельовано для визначення просторового положення досліджуваного об'єкта.

Для виготовлення нанороботів та детекторів, здатних ефективно працювати в наземних умовах, в повітряних і рідких середовищах існує необхідність розробки відповідних навігаційних систем і засобів виявлення об'єктів. Для реалізації цих цілей потрібно виготовлення нанорозмірних сенсорів. Оскільки споживання енергії пристрою є вирішальним фактором, то нанороботи та детектори можуть використовувати пасивні системи виявлення сигналів від навколишніх предметів, щоб зменшити споживання енергії. Одним з типів таких сигналів можуть служити акустичні хвилі тому, що при русі у навколишньому середовищі нано- і макро-об'єктів виникає генерація акустичних збурень. Визначення просторового положення джерел таких збурень дозволяє нанороботам визначати просторову локалізацію об'єкта і впливати на них з високою точністю та швидкістю. Крім того, пасивні акустичні радары з макроскопічними розмірами можуть бути сформовані також з масиву наносенсорів і така пасивна акустична РЛС не вимагає спеціального механізму обертання для визначення координат цілі.

У той же час наноконструкції з тонких плівок демонструють різні застосування для виявлення вірусів, бактерій, білків і нуклеїнових кислот. Крім того, серед найбільш перспективних матеріалів для наносенсорів є графін завдяки його чудовим фізичним властивостям [1]. Графен є прозорим та гнучким матеріалом, що складається з одного шару атомів вуглецю з товщиною 0,335 нм, і зі значенням поверхневої щільності матеріалу 0,77 мг/м².

Звуковий тиск p – це локальне відхилення тиску від середнього або рівноважного значення атмосферного тиску навколишнього середовища, викликаного звуковою хвилею. Потужність звукової хвилі пропорційна до квадрата звукового тиску [2]. Сила F акустичного тиску на поверхню дорівнює значенню акустичного тиску p , помноженому на площу S перпендикулярно вміщеної поверхні до напрямку розповсюдження звукової хвилі. Інтенсивність звуку I дорівнює $I = p_0^2 / 2\rho c$, де p_0 – це амплітуда акустичної хвилі, ρ представляє собою щільність середовища, c є швидкістю акустичної хвилі у середовищі.

Інтенсивність звуку $I(r)$, що падає на поверхню графенової пластини наносенсора залежить від інтенсивності джерела акустичної хвилі I_0 та

відстані до об'єкту r у відповідності з наступною формулою: $I(r) = I_0 \exp(-\alpha r)$, де α є постійна згасання.

Тоді амплітуда $p_0(r_1)$ акустичного тиску, що діє на поверхню пластини графена наносенсора, від об'єкта, розташованого на відстані r_1 від наносенсора визначається як: $p_0^2(r_1) = 2\rho c I(r_1)$, де $I(r_1) = I_0 \exp(-\alpha r_1)$. Отже, шляхом вимірювання інтенсивності або тиску, який чиниться акустичною хвилею на поверхню графенової пластини наносенсора, і визначення інтенсивності джерела акустичної хвилі I_0 можна точно визначити відстань до досліджуваного об'єкта. Якщо виміряти інтенсивності акустичної хвилі або акустичний тиск, який чиниться на поверхню графенової пластини наносенсора з боку об'єкта, розташованому на різних відстанях r_1 і r_2 від наносенсора, то можна визначити відстань де знаходиться рухомий досліджуваний об'єкт:

$$p_0^2(r_1)/p_0^2(r_2) = I(r_1)/I(r_2) = \exp[-\alpha(r_1-r_2)].$$

Тоді маємо:

$$(r_2-r_1) = \alpha^{-1} \ln (p_0^2(r_1)/p_0^2(r_2)), \text{ або } (r_2-r_1) = \alpha^{-1} \ln (I(r_1)/I(r_2)).$$

Запропонована схема пасивного акустичного наносенсора з гнучкого вуглецевого наноматеріалу. Схема пристрою складається з листів прозорого електропровідного матеріалу графена G, що розташований на діелектричній підложці. На верхній лист графена діє сила акустичної тиску F , верхній лист графена жорстко закріплений з однієї сторони на діелектричній підложці та на нього направлений зовнішній світловий пучок. Для перетворення світлового сигналу у електричний використовується світлодіодний пристрій, а для реєстрації електричного сигналу та його обробки використовується мікроконтролер, у якості реєструючого пристрою використовується дисплей. Між листами графену прикладена електрична різниця потенціалів $(\phi_1 - \phi_2)$.

Верхня електродна пластина G виготовлена з прозорого матеріалу графена з прекрасними електричними і оптичними властивостями. Під впливом тиску акустичної хвилі p , що діє на лист графену G, графен прогинається на величину z уздовж осі Oz . Механічна робота, що виконуються при цьому процесі дорівнює Spz , де S є площею поверхні листа графену G.

Для усунення цього прогину графенового листа від початкового стану необхідно прикласти електричну різниця потенціалів $U = (\phi_1 - \phi_2)$ до графенових електродів (верхньої та нижньої пластин графена) G_1 та G_2 , що вимагає витрат енергії електричного поля $W_{el} = CU^2/2$. Прирівнюючи ці значення, отримаємо вираз для необхідної для цього роботи A : $A = W_{el}$ або $Spz = CU^2/2$. Отже:

$$p = CU^2/2Sz = \text{const } U^2/z. \quad (1)$$

Зміна інтенсивності Y лазерного випромінювання від джерела світла, падаючого на нижній шар графена G_2 і детектованого світлодіодом, визначається як зміна фокусної відстані лінзи, утвореної зміною кривизни

верхньої пластини графена G_1 при його прогинанні вздовж вертикальної вісі Oz на величину z : $Y(z) = Y_0 \exp(-\alpha z)$. Тут Y_0 - інтенсивність лазерного променя, падаючого на нижню пластину графена G_2 за відсутності тиску акустичної хвилі $p = 0$, $Y(z)$ - інтенсивність пучка світла, що падає на нижню пластину графена G_2 за наявності тиску акустичної хвилі $p \neq 0$.

На основі формули (1) можна побудувати калібрувальний графік наносенсора для відображення залежності квадрата різниці електричних потенціалів U^2 від величини акустичного тиску p . Можна визначити величину звукового тиску за цим калібрувальним графіком для трьох різних моментів часу $p(t_1)$, $p(t_2)$, $p(t_3)$, а також можна визначити просторові координати досліджуваного об'єкта $r(t_1)$, $r(t_2)$, $r(t_3)$ і його швидкості $v(t_1)$, $v(t_2)$, $v(t_3)$ у різні моменти часу t_1 , t_2 , t_3 .

Оскільки $p(r_i) = p_0 \exp(-\alpha r_i)$, то можна отримати систему рівнянь для визначення просторових координат r_1 , r_2 , r_3 досліджуваного об'єкта, $i = 1, 2, 3$.

$$(r_1 - r_2) = \ln(p_2/p_1), (r_1 - r_3) = \ln(p_3/p_1), (r_2 - r_3) = \ln(p_3/p_2). \quad (2)$$

Швидкість v досліджуваного об'єкта у різні моменти часу визначається відповідно до формул:

$$v(t_2) = (r_2 - r_1)/(t_2 - t_1), v(t_3) = (r_3 - r_2)/(t_3 - t_2). \quad (3)$$

Пластину графена можна розглядати як тонку, якщо виконуються такі співвідношення між її товщиною h , шириною b та прогином w : $\frac{1}{80} \leq \frac{h}{b} \leq \frac{1}{5}$ та

$w \leq \frac{1}{4}h$. Крім того, представляється, що пластину можна вважати тонкою,

якщо виконується співвідношення: $\frac{h}{b} \approx \frac{1}{3}$. Якщо $w > \frac{1}{4}h$, то можна застосовувати теорію пружних пластин для розв'язку досліджуваної задачі [3].

Застосовуємо безпосередньо рівноважну форму теорії пружності, нехтуючи об'ємними силами. Тоді маємо такі співвідношення для компонент тензора механічного напруження пластини τ_{yz} та τ_{zx} . Звідси маємо:

$$\tau_{xz} = -\frac{E}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right) \frac{\partial}{\partial x} \Delta w. \quad (4)$$

$$\tau_{yz} = -\frac{E}{2(1-\nu^2)} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right) \frac{\partial}{\partial y} \Delta w. \quad (5)$$

де E – модуль Юнга матеріалу пластини (графена), ν – коефіцієнт Пуассона матеріалу пластини.

Механічні напруження пластини записуються у термінах формул прогину (4) та (5).

Компоненти згинального моменту M визначаються за формулою:

$$M_x = -\frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), M_y = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right). \quad (6)$$

Позначимо через величину $D = Eh^3 / 12(1-\nu^2)$ циліндричну жорсткість пластини. Проекції сил, що діють на пластину вздовж напрямку осі Ox та осі Oy визначаються як:

$$Q_x = -D \frac{\partial}{\partial x} \Delta w, Q_y = -D \frac{\partial}{\partial y} \Delta w. \quad (7)$$

А компоненти обертового моменту, що діє на пластину, визначаються як:

$$M_{yx} = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \tau_{yx} z dz = -D(1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}, M_{xy} = -D(1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \quad (8)$$

Відповідно до третього закону Ньютона $M_{xy} = M_{yx}$. Формули (6) та (7) зв'язують механічне напруження в пластині з відхиленням її середньої площини.

Знайдемо прогин пластини під дією прикладеної до пластини зовнішньої сили. Зробивши алгебраїчне перетворення, отримаємо бігармонічне рівняння, де q - це величина зовнішньої сили, що діє на одиницю площі пластини:

$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = q. \quad (9)$$

Розв'язок рівняння (9) містить довільні функції, що визначаються з граничних умов закріплення пластини.

Максимальні значення згинальних моментів виникають у центрі пластини, коли $x = 0.5a$, $y = 0.5b$, де a та b - це довжина і ширина пластини у площині xOy і, відповідно, q є зовнішньою силою, що діє по нормалі до пластини у розрахунок на одиницю її площі. Виконавши відповідно перетворення з врахуванням граничних умов, отримуємо формулу для визначення прогину w пластини:

$$\omega(x, y) = \frac{4P}{D\pi^4 ab} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{m\pi x_0}{a}\right) \sin\left(\frac{m\pi y_0}{b}\right)}{\left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2}\right)} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{m\pi y}{b}. \quad (10)$$

Цей ряд збігається повільно, а вирази для величин M_x and M_y збігаються ще повільніше. Тому такий підхід може бути використаний тільки для знаходження величини прогину пластини. Після знаходження величини

$w = w(x, y)$ можна знайти чисельно величини $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ та побудувати

діаграми для величин M_x та M_y .

Оскільки пластина жорстко закріплена з одного боку, то зсуви та зв'язки з цього боку у всіх напрямках і повороти заборонені. З протилежного боку пластина графена закріплена таким чином, що вона може вільно рухатися тільки у напрямку осі Oy , що призводить до заборони руху пластини уздовж осі Ox та осі Oz , і обертання її навколо вісі Oy . Жорсткість пластини графена визначається коефіцієнтом Пуассона $\nu = 0.165$, модулем пружності $E = 1.02 \times 10^{12} \text{ N/m}^2$, питомою вагою $\rho_0 = 2.23 \text{ g/cm}^3$. Задаючи геометрію і жорсткість матеріалу пластини, встановлюючи типи навантаження діючого на пластину при рівномірно розподіленому механічному навантаженні уздовж пластини, можна провести відповідні розрахунки.

За результатами розрахунку ми отримуємо діаграму механічне напруження-деформувannya поверхні графена, діаграму для згинаючих механічних моментів пластини та її прогинів.

Висновок. У статті розглядаються процеси виявлення акустичних хвиль за допомогою графенового наносенсора. Запропоновано схему пасивного акустичного наносенсора на основі графена. Виконане чисельне моделювання, що показує зміну геометрії графенової пластини наносенсорного пристрою під впливом акустичного тиску різної величини для визначення просторового положення досліджуваного об'єкта.

Список літератури

1. Geim A. K., Novoselov K. C. The rise of graphene //Nature Materials, 2007. – V.6. – P. 183 – 191.
2. Raichel D.R. The Science and Applications of Acoustics. – New York: Springer, 2006.
3. Timoshenko S.P., Woinowsky-Krieger S. Theory of Plates and Shells. – McGraw-Hill Book Company, 1987.
4. Давыдов А.С. Квантовая механика. – М.: Наука, 1971.

Просування університетського сайту кафедри електроніки

Для того, щоб зайняти високі позиції в пошуковій видачі, потрібно активно займатися розкручуванням сайту. Існує багато різних методів просування сайту та завдання вебмастеров і оптимізаторів полягає в тому, щоб знайти найбільш ефективні рішення, які забезпечать швидку доступність ресурсу по потрібним нам ключевикам. Але при використанні того чи іншого способу, потрібно бути дуже пильними, інакше є ризик нарватися на незаконний з точки зору пошукача метод і запламувати свій сайт. Щоб цього не сталося, потрібно мати уявлення про всіх небезпечних і безпечних способах розкрутки сайту/

Існує три методи просування сайтів. Білі, чорні, сірі. До чорних методів розкрутки сайтів відносяться: використання невидимого тексту, який збігається з фоном за кольором або дуже близький до нього, що робить текст непомітним оку, створення дорвеїв, клоакинг, пошуковий спам, використання ліנקаторів, Спам поштою. До сірих методів відносять: занадто часте використання тегів «strong», «b», використання сервісів автоматичного обміну статтями, купівля місць для статей на інших ресурсах або розміщення за плату статей з посиланнями на свій сайт.. До білих методів просування належать: постійне додавання унікального і цікавого контенту на сайті, публікація різних інформаційних матеріалів і новин, прохання інших популярних і авторитетних сайтів розмістити якісну статтю з посиланнями на ваш сайт, покупка контекстної реклами для отримання цільових відвідувачів.

Чорна розкрутка застосовується для сайтів, які планують жити вельми недовго. Звичайно грамотна розкрутка зможе принести дуже велику кількість відвідувачів за маленький проміжок часу, але завдяки чорній розкрутці відвідувачі будуть потрапляти на сайт тільки обманним шляхом і як тільки про це дізнається пошукова машина, сайт неминуче накличе на себе бан та інші санкції пошукових систем. Звідси висновок - чорні методи просування сайту для кафедри електроніки не підходять. Сірі способи розкрутки сайтів є чимось середнім між чорними і білими методами просування. По суті, сірі методи просування сайту є напівлегальними і тому існує ризик, що просувний ресурс можуть забанити, тому цей спосіб також поганий для сайту кафедри електроніки. Білі методи і способи просування сайту є легальними. Але на жаль використання білих методів для просування сайту веде до більшої витрати часу і грошового вкладення, це обґрунтовується трудомісткістю цього процесу. Це найкращий метод із трьох представлених, але час і кошти, що виділяються на сайт мінімальний, тому цей спосіб не може підвищити рейтинг сайту кафедри електроніки над іншими сайтами такого типу. Так як дані методи не дуже підходять для просування сайту. Є один спосіб, що підвищить рейтинг сайту кафедри електроніки - це використання "емоційного дизайну".

Емоційний дизайн будується на чотирьох принципах: функціональність, надійність, зручність, приносячий задоволення. Функціональність означає, що виконує базові функції. Наприклад, на сайті кафедри є розділ "Абітурієнти" його головна функція розказувати абітурієнтам, як потрапити на кафедру електроніки. Зручність допомагає абітурієнту зрозуміти, де знаходиться інформація. Надійність дозволяє зрозуміти майбутньому студенту, що інформація правдива і повинна визвати довіру. На сайті кафедри електроніки існує лише принцип функціональності, але щоб сайт підіймався в рейтингу треба аби були в гармонії всі 4-ри принципи.

Висновок. Є три методи збільшити рейтинг сайту. Але чорний і сірий метод краще не використовувати, щоб не знизити репутацію кафедри електроніки, а білий метод забере багато ресурсів кафедри. Найкращий варіант це при створення сайту використовувати техніку "емоційного дизайну", який і вимагає спочатку сил, але в подальшому буде витрачати менше ресурсів кафедри електроніки.

Список літератури

1. <http://blog-rivne.pp.ua>
2. Итан Маркотт. - Отзывчивый веб-дизайн - 2012

*А.В. Землянский, Н.А. Сало, С.В. Лавринов
(Кировоградская летная академия НАУ, Украина)*

Анализ критериев автоматической фиксации нарушений в моделирующем комплексе Fusion

Интересной особенностью моделирующего комплекса Fusion (МК Fusion) является автоматическая фиксация нарушений, которая позволяет сформировать предварительную оценку выполнения упражнения обучаемым. Автоматическое оценивание проводится по следующим критериям:

Критерий безопасности. Безопасность полетов – главная задача, которую должны обеспечивать авиадиспетчера в процессе УВД. Исходя из требований руководящих документов в «критерии безопасности» выявляются такие нарушения: нарушения правил эшелонирования (продольного и вертикального), опасное сближение (менее половины установленных безопасных интервалов) и непосредственная угроза столкновения воздушных судов. Для выявления нарушений интервалов эшелонирования разработана модель *зоны безопасности* воздушного судна. Зона безопасности ВС представляет собой объемную фигуру (цилиндр), центром которого является точка расположения воздушного судна (рисунок 1). Размер зоны безопасности зависит от структуры воздушного пространства и требований руководящих документов, регламентирующих интервалы эшелонирования.

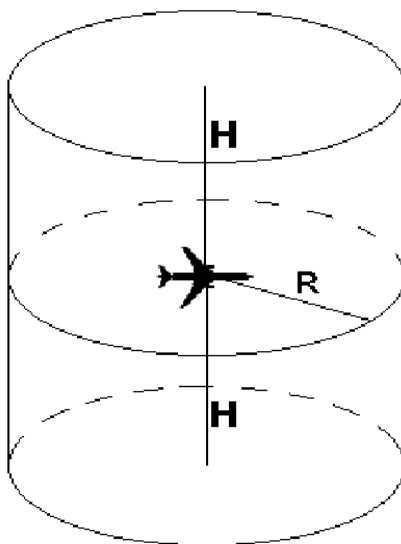


Рис.1. Пространственная модель зоны безопасности в МК Fusion.

В качестве примера приведем требования к продольному эшелонированию: в соответствии с Правилами обслуживания воздушного движения с использованием систем наблюдения, применяются следующие размеры зоны безопасности ВС:

- в рамках СТА применяется минимум горизонтального эшелонирования на основе использования радиолокационных систем и / или ADS-B, и / или MLAT 18,5 км (10 NM).
- в рамках ТМА применяется минимум горизонтального эшелонирования на основе использования радиолокационных систем и / или ADS-B, и / или MLAT 9,3 км (5 NM).

При составлении упражнений могут быть заданы иные размеры зоны безопасности воздушного судна, если в этом есть необходимость. В режиме обучения и в модуле поддержки принятия решений (МППР) инструктора при показе конфликтных ситуаций МК Fusion позволяет визуализировать зону безопасности ВС для облегчения восприятия и понимания.

Критерий регулярности оценивается путем сравнения заданных параметров (места, уровня полета и времени) выхода ВС из зоны управления с фактическими параметрами. В случае отклонения параметров от заданных допусков фиксируется «нарушение регулярности», а в случае трехкратного превышения допустимого отклонения – «грубое нарушение регулярности», которое приравнивается к нарушению по критерию безопасности. Оценка регулярности формируется на фиксировании параметров выхода ВС из зоны управления и сравнения их с заданными (плановыми) параметрами. Оценка регулярности преследует две цели: защита упражнения от разрушения и формирование навыка соблюдения заданных параметров движения ВС в зоне ответственности. Оценка регулярности состоит из трех частей:

- соответствие параметрам в горизонтальной плоскости. При выходе ВС из зоны управления проверяется расстояние от плановой точки выхода до фактической. При выдерживании разрешенного отклонения считается, что параметр соблюдается. При превышении фиксируется нарушение, при превышении на величину более чем в 3 раза превышающую разрешенное отклонение фиксируется грубое нарушение.
- соответствие параметрам в вертикальной плоскости. При выходе ВС из зоны управления проверяется расстояние от плановой высоты (эшелона) выхода до фактической. При выдерживании разрешенного отклонения считается, что параметр соблюдается. При превышении фиксируется нарушение, при превышении на величину более чем в 3 раза превышающую разрешенное отклонение фиксируется грубое нарушение.
- соответствие параметрам в плоскости времени. При выходе ВС из зоны управления проверяется разница в фактическом и плановом времени покидания зоны. При выдерживании разрешенного отклонения считается, что параметр соблюдается. При превышении фиксируется нарушение, при превышении на величину более чем в 3 раза превышающую разрешенное отклонение фиксируется грубое нарушение.

Критерий условной экономичности позволяет определить методы решения потенциально-конфликтных ситуаций (ПКС). Базовым параметром

для определения условной экономичности является «условный расход топлива» в устоявшемся горизонтальном полете. Изменение параметров полета (уровня полета, путевой скорости) сопровождается увеличением или уменьшением базового параметра путем умножения на повышающие и понижающие коэффициенты. Анализ полученных значений суммарного условного расхода и условного расхода в каждом из режимов полета позволяет выявить применение различных методов решения ПКС. Расход топлива называется *условным* по той причине, что не представляется возможным смоделировать реальный расход топлива для выбранного типа ВС, который в реальной ситуации зависит от многих параметров: режима работы двигателей и их технического состояния, загрузки воздушного судна и метеорологических условий. При изменении параметров движения ВС (набор высоты, снижение, изменение скорости) фиксируется время нахождения каждой манипуляции (например, нахождения ВС в режиме набора высоты). При формировании оценки к расходу в каждом режиме применяются повышающие и понижающие коэффициенты относительно условного расхода в горизонтальном устоявшемся полете. Оценка условной экономичности носит консультативный характер.

Автоматизована система відбору та тренування спеціалістів з обліку повітряного руху

Проведений аналіз та декомпозиція основних функцій експерта відділу обліку повітряного руху державного підприємства обслуговування повітряного руху України “Украерорух”. Запропонований алгоритм роботи автоматизованої системи відбору та тренування спеціалістів з обліку ПР. Розроблено схему відбору та вправи для тренування експертів з обліку повітряного руху.

Першочерговими завданнями в авіаційній галузі України є забезпечення безпеки, ефективності, надійності та розвитку повітряного руху. Основні функції з реалізації цих завдань покладені на державне підприємство обслуговування повітряного руху України “Украерорух”, яке входить до складу національної аеронавігаційної системи та Об’єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України (ОЦВС).

Основним джерелом доходу авіаційної галузі є аеропортовий та аеронавігаційний збір. За аеронавігаційне обслуговування (АНО) повітряних суден (ПС) у повітряному просторі України, пов’язане із забезпеченням організації повітряного руху (ОПР) на маршруті, а також на підході та в районі аеродрому, стягується аеронавігаційний збір (АНЗ) згідно встановлених ставок [1]. Задача обліку руху ПС у районах польотної інформації (РПІ) України шляхом оброблення та систематизації повідомлень про повітряний рух, які надходять від структурних підрозділів (СП) Укразероруху та Центрального органу організації потоків повітряного руху Євроконтролю по каналам мережі авіаційного фіксованого електрозв’язку (АФТН) покладена на СП апарату управління Укразероруху – відділ обліку повітряного руху та роботи з користувачами повітряного простору (ОПР та РКПП) [2]. Для автоматизації обліку ПР, підвищення якості та надійності інформаційного забезпечення, а також зменшення впливу людського фактору на достовірність підготовлюваної інформації, в відділі встановлена та експлуатується автоматизована система “Аеронавігаційні збори” (АС-АНЗ). Система приймає, обробляє і зберігає інформацію про ПР, дозволяє обмінюватися даними з Центральним Офісом маршрутних зборів Євроконтролю (CRCO) і безпосередньо з авіакомпаніями. Цілодобовий контроль, обробку та систематизацію повідомлень про повітряний рух здійснюють спеціалісти відділу ОПР та РКПП, (надалі – експерт). Аналіз і декомпозиція основних функцій експерта АС-АНЗ зображені в табл. 1. Для якісної роботи експерт відділу ОПР та РКПП повинен знати та володіти великим багажем специфічних знань з управління повітряним рухом, аеронавігаційного забезпечення польотів, взаємодії між органами обслуговування ПР, та мати навички роботи на комп’ютері та офісній техніці на рівні, як мінімум користувача.

Табл. 1

Аналіз і декомпозиція основних функцій експерта АС-АНЗ відділу ОПР та РКПП

Функції	Підфункції
Обробка	прийом і обробка інформації про повітряний рух по каналах АФТН
	коригування не форматних телеграм в ручному режимі
	формування телеграм вручну
Контроль	підсумковий контроль добового реєстру польотів
	отримання планів польоту та/або виконання польоту ПС авіакомпаній боржників, яким відмовлено у наданні послуг з АНО
	свочасності та додержання встановлених форматів подання підрозділами Украероруха інформації про ПР в РПІ України
Відправка	повідомлень встановленого формату до СП, з повторним запитом, для отримання необхідної інформації
	термінових повідомлень по каналу АФТН у неробочий час, вихідні та святкові дні (за вказівкою керівництва)
Аналіз	аналіз та систематизація інформації про найбільш характерні помилки у повідомленнях про ПР
	аналіз інформації про ПР з метою виявлення рейсів, що містять неповні дані або рейсів, з невідповідністю планової та фактичної інформації

Період навчання та стажування кандидатів на посаду експерта відділу ОПР та РКПП при наявності базового необхідного об'єму знань становить від 3 до 5 місяців в залежності від індивідуальних особливостей кандидата. З метою спрощення процесу відбору кандидатів та подальшої оптимізації тренування стажерів на посаду експерта відділу ОПР та РКПП була розроблена автоматизована система відбору та тренування спеціалістів з обліку ПР (АСВТС). Алгоритм роботи АСВТС зображений на рис. 1. Після запуску АСВТС користувач повинен ввести свої реєстраційні дані, або зареєструватися, якщо він користується системою перший раз. АСВТС складається з 2 режимів: ВІДБІР та ТРЕНУВАННЯ. Зупинимося на них більш детально. Режим ВІДБІР складається з 2 частин Теоретичної та Практичної.

Теоретична частина реалізована у вигляді тесту рис. 2. Тест складається з 30 запитань та 4 варіантів відповідей до них. Запитання тесту беруться в довільному порядку з бази, що налічує 100 запитань за наступними темами:

- Авіаційні правила України [3]
- Класифікація повітряного простору [4]
- Планування польотів [4]
- Взаємодія між органами ОПР

Практична частина складається з набору практичних завдань, а саме прикладів різних типів авіаційних повідомлень, які користувач повинен вірно розшифрувати та вибрати правильний варіант.

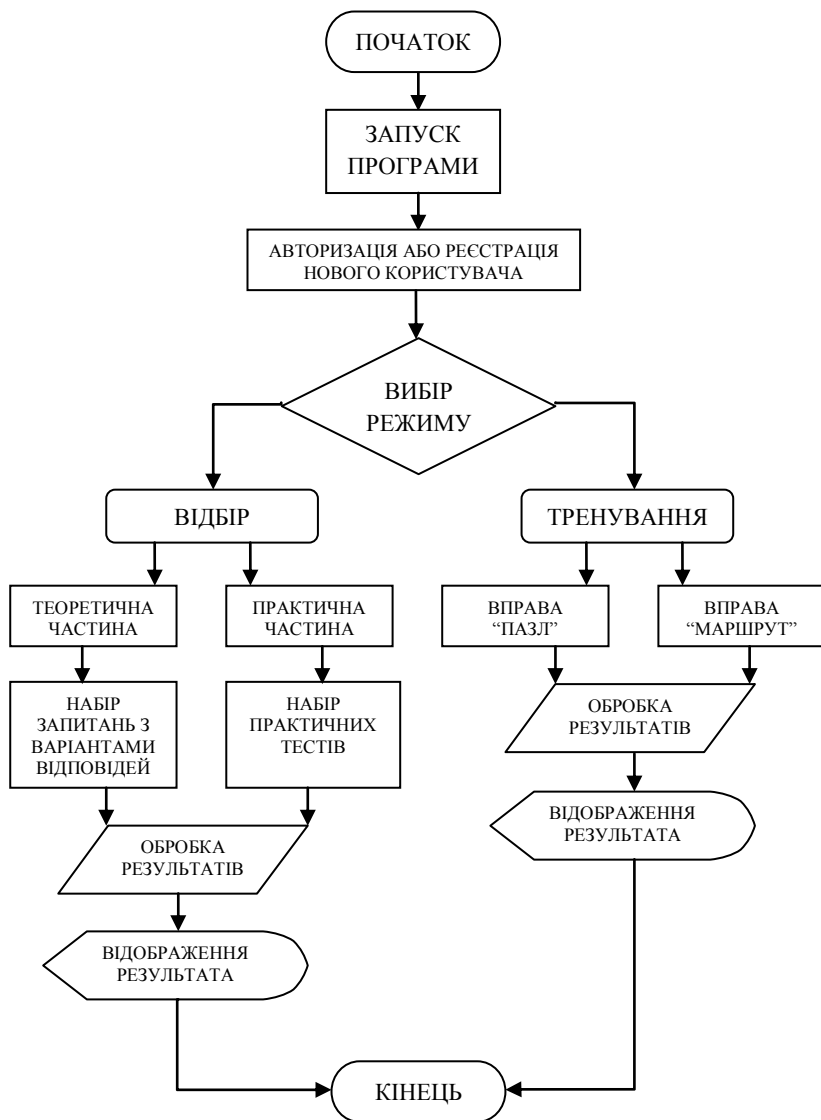


Рис. 1. Алгоритм роботи АСВТС

Повітряний простір України поділяється на:

Контрольований повітряний простір

Не контрольований повітряний простір

Контрольований та не контрольований
повітряний простір

Контрольований та класифікований
повітряний простір

Рис. 2. Алгоритм роботи АСВТС

Набір практичних тестів складається з 50 прикладів авіаційних повідомлень різних типів, що беруться АСВТС в довільному порядку. Користувач повинен вірно розшифрувати 10 прикладів.

В кінці тестів відбувається обробка результатів з подальшим відображенням їх у вигляді відсотків та формується рейтинг користувачів, які пройшли режим ВІДБІР. Користувачі, що набрали найвищий відсоток в рейтингу приймаються до відділу ОПР та РКПП в якості експерта-стажера. Експерт-стажер для прискорення процесу навчання, оптимізації стажування та швидкого допуску до самостійної роботи і виходу у зміну має право використовувати другий режим АСВТС – ТРЕНУВАННЯ. Режим ТРЕНУВАННЯ складається з двох вправ: “ПАЗЛ” та “МАРШРУТ”.

ВПРАВА “ПАЗЛ”

Дана вправа представляє собою схематичне зображення аеронавігаційної карти України з назвами держав сусідів, але без рубежів прийому/передачі ОПР з ними. Всього рубежів нараховується 80 штук. Завдання стажера розташувати вірно рубежі, які йому видаються автоматично в хаотичному порядку по пам’яті. В своїй роботі експерт постійно працює з маршрутною частиною у планах польоту ПС та рубежами прийому/передачі ОПР. Знання їх розташування є обов’язковим для роботи. Дана вправа сприяє і тренує швидке запам’ятовування назв рубежів та їх місце розташування.

ВПРАВА “МАРШРУТ”

Дана вправа представляє з себе побудову експертом приблизного маршруту польоту ПС через територію України на основі даних про аеропорт вильоту та посадки – 4-х літерного коду ICAO (International Civil Aviation Organization/Міжнародна організація цивільної авіації) [5]. Використовується схематичне зображення аеронавігаційної карти України з назвами країн-сусідів. З кожного боку схематичного зображення аеронавігаційної карти України розміщено по 3 точки. Отримавши два 4-х літерних коди аеропорту

вильоту та посадки експерт повинен побудувати приблизний маршрут польоту ПС через територію України шляхом натискання відповідних точок на схемі. Задача цієї вправи спростити для експерта запам'ятовування основних маршрутів польоту ПС через територію України, напрямків руху ПС та 4-х літерних кодів ICAO аеропортів.

В кінці кожної вправи відображаються вірні рішення та помилкові. Існує можливість роботи над помилками.

Висновки

Експерти відділу обліку повітряного руху та роботи з користувачами повітряного простору здійснюють цілодобовий контроль, обробку та систематизацію повідомлень про повітряний рух. Проведений аналіз та декомпозиція їх основних функцій. Враховуючи, що для якісної роботи експерт відділу повинен знати та володіти великим багажем специфічних знань з управління повітряним рухом, аеронавігаційного забезпечення польотів, взаємодії між органами обслуговування ПР, та мати навички роботи на комп'ютері та офісній техніці на рівні, як мінімум користувача, запропонований алгоритм роботи автоматизованої системи відбору та тренування спеціалістів з обліку ПР. Розроблені комплексні вправи для покращення процесу навчання та прискорення стажування експертів відділу перед допуском до самостійної роботи.

Список літератури

1. Про встановлення Ставок плати за послуги з аеронавігаційного обслуговування повітряних суден у повітряному просторі України: Затв. наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 15.09.2010 р. №669. – К.: МТЗУ, 2010. – 4 с.
2. Положення про Відділ повітряного руху та роботи з користувачами повітряного простору: наказ Укр аероруху від 06.11.2015 р. №3.3.42-12. – К.: Укр аерорух, 2015. – 7 с.
3. Правила надання повідомлень щодо обслуговування повітряного руху: Затв. наказом Міністерства інфраструктури від 28.05.2012 р. №277. – К.: МТЗУ, 2010. – 92 с.
4. Збірник аеронавігаційної інформації (AIP Ukraine) / Служба аеронавігаційної інформації України: Затв. наказом Державної авіаційної служби України від 11.04.2016 р. №258. – К.: ДАСУ, 2016.
5. Указатели (индексы) местоположения. – Дос. 7910. – Издание №153. – Монреаль, Канада, 2014. – 261 с.

З.В. Машарский
(Белорусский научно-исследовательский
институт транспорта «Транстехника», Республика Беларусь)

Перспективы развития аэронавигации в Республике Беларусь

Перспективы развития аэронавигации во всем мире ориентированы на обеспечение национальных интересов в сфере использования и контроля воздушного пространства и основывается на положениях Глобальной эксплуатационной концепции организации воздушного движения Международной организации гражданской авиации.

Первоочередной задачей для гражданской авиации на всем протяжении ее существования являлась обеспечения авиационной безопасности. Бурный рост авиатransпорта требует не только количественного увеличения парка ВС, но и роста инфраструктуры обеспечивающую авиационную отрасль. Важной частью инфраструктуры является аэронавигационное обеспечение полетов. Поскольку авиационная деятельность является международной и требует согласованного развития, то и аэронавигация, как ее часть требует консолидации усилий различных стран. Для комплексного развития аэронавигации ИКАО разработала «Глобальный аэронавигационный план на 2013-2028» (далее – ГАНП). Республика Беларусь, как член ИКАО, осуществляет развитие аэронавигации согласно данному плану.

Особенностью ГАНП является его гибкость и простота адаптация для стран-членов ИКАО. Аэронавигация стран-членов ИКАО находится на разном уровне развития, поэтому для упрощения реализации ГАНП ИКАО возложило обязанности по помощи в реализации планов на группы регионального планирования и реализации проектов, которые будут руководить региональными проектами.

ГАНП, кроме того, предусматривает более тесное сотрудничество на региональном и глобальном уровне. Для успешной реализации ГАНП ИКАО предлагает воспользоваться методикой блочной модернизации авиационной системы. Использование данной методики в области аэронавигации позволит Республике Беларусь осуществлять планомерное развитие своего аэронавигационного комплекса и обеспечить его соответствие современным требованиям в области аэронавигации. Это является чрезвычайно важной задачей, поскольку географическое положение Республики Беларусь обеспечивает большое количество транзитов ВС через ее воздушное пространство.

Для консолидации усилий в области модернизации как авиационного комплекса в целом, так и аэронавигационной системы ИКАО была разработана специальная методика, которая получила название «Блочная модернизация авиационной системы». Блочная модернизация устанавливает реализации для групп эксплуатационных улучшений, которые в конечном итоге приведут к реализации полностью согласованной аэронавигационной

системы. Технологии и процедуры для каждой из систем группируются в специальные модули, которые представляют собой конкретные усовершенствования характеристик. Таким образом, ИКАО предоставляет инженерно-техническую систему для членов-государств, которым необходимо рассмотреть и принять модули соответствующие их эксплуатационным характеристикам.

Для аэронавигационного комплекса Республики Беларусь перспективными для развития являются системы непрерывного набора высоты (CDO) и снижения и навигация, основанная на характеристиках (PBN).

Для аэронавигационного комплекса Республики Беларусь большое значение имеет максимальная экономическая эффективность. Поэтому уменьшения расхода топлива за счет введения системы непрерывного набора высоты (CDO) и снижения (CCO) в аэронавигации является одной из основных задач.

С точки зрения реализации CDO и CCO представляют собой технику пилотирования, которая позволяет изменить траекторию движения ВС при заходе на посадку и наборе высоты.

CDO и CCO обеспечивает следующие преимущества:

- более эффективное использование воздушного пространства и установление маршрутов прибытия;
- более согласованные траектории полета и траектории стабилизированного захода на посадку;
- уменьшение рабочей нагрузки на пилота и диспетчера;
- сокращение объема необходимой радиосвязи;
- экономия затрат и экологические выгоды в результате сокращения потребления топлива;
- сокращение количества случаев столкновения исправного воздушного судна с землей;
- разрешение на выполнение полетов там, где ограничения по шуму в противном случае обуславливают приостановление или ограничение производство полетов.

В зависимости от рассматриваемой области воздушного пространства Республики Беларусь и выбранного метода содействия CDO и CCO оптимальных выгод от использования данного метода можно добиться посредством изменения структуры воздушного пространства с учетом требований к эшелонированию и упорядоченности движения. При разработке и принятии стратегических и тактических мер разрешения конфликтных ситуаций следует учитывать ряд профилей, по которым могут следовать различные ВС, использующие данные схемы.

Основной задачей, которую пытаются решить CDO и CCO, является разработка различных моделей маршрутов для содействия достижению баланса между идеальными с точки зрения топливной эффективности и экологии схемами и требованиями к пропускной способности конкретного аэропорта или воздушного пространства.

При реализации CDO и CCO в воздушном пространстве Республики Беларусь, обладающем высокой степенью загруженности, изменение техники пилотирования не достаточно для обеспечения безопасности полетов. В таких случаях совместно с CDO и CCO применяют также PNB. Это в свою очередь позволяет не только упростить процесс пилотирования, но и повысить безопасность полетов.

Для Республики Беларусь, как для других стран-членов ИКАО, внедрение PNB является одним из приоритетных направлений в области развития аэронавигации в ближнесрочной перспективе. ГАНП предусматривает реализацию PNB до 2018 года.

Концепция PNB объединила и систематизировала все ранее имеющиеся требования к точности навигации. Внедрение PBN позволит снизить загруженность аэропортов и воздушного пространства, обеспечивать полеты ВС в любых погодных условиях, сократить расход топлива и тем самым защитить окружающую среду от негативного воздействия гражданской авиации, повысить безопасность и эффективность полетов путем резервирования заходов на посадку на основе схем, созданных с использованием глобальных навигационных спутниковых систем.

Концепция PBN, состоит из трех взаимосвязанных элементов: навигационной спецификации, инфраструктуры навигационных средств и навигационного прикладного процесса. Для упрощения реализации PNB в Республике Беларусь необходимо использовать инструктивный материал по осуществлению разработки новой PBN находящийся в «Руководстве по навигации, основанной на характеристиках» ИКАО (Doc 9613)[4]. Согласно данному руководству выделяется несколько процессов необходимых для реализации PNB.

Первым этапом процесса является формирования концепции воздушного пространства Республики Беларусь в той степени детализации, которая позволит определить сопутствующие навигационные функции. При этом для разработки концепции воздушного пространства необходимо привлекать специалистов различных сфер авиации.

На втором этапе необходимо оценить возможности ВС выполняющих полеты в воздушном пространстве Республики Беларусь для определения практически осуществимого типа реализации PNB и произвести оценку инфраструктуры навигационных средств Республики Беларусь для обеспечения полетов по маршруту, в зоне аэродрома и захода на посадку.

На третьем этапе, применительно к Республике Беларусь, необходимо произвести оценку инфраструктуры наблюдения ОрВД с оценкой типов локатора применяемого при заходе на посадку, оценить радиосвязь используемых для обеспечения речевой связи, оценить уровень развития в Республике Беларусь системы ОрВД, которая должна отвечать потребностям реализации PNB.

На четвертом этапе необходимо принять решения о применении навигационных спецификаций RNAV или RNP ИКАО с учетом бортовых характеристик и требований к функциональным возможностям (например,

переход от одного участка полета к другому/указатели окончания траектории, возможности параллельного смещения).

В результате выполнения всех этапов процесса 1 формируются требования к PBN, которая будет реализована в Республике Беларусь. После чего приступают к процессу 2.

Задачей процесса 2 является определение навигационной спецификации (навигационных спецификаций) ИКАО, которая обеспечит осуществление концепции воздушного пространства Республики Беларусь и соблюдение навигационных функциональных требований, которые были определены в процессе 1 для Республики Беларусь.

На первом этапе процесса 2 необходимо найти потенциальное соответствие между требованиями определенными в процессе 1 для Республики Беларусь и требованиями, содержащимися в одной или нескольких спецификациях ИКАО. На данном этапе определяют, может ли конкретная навигационная спецификация (или несколько спецификаций) ИКАО быть обеспечена оборудованием парка ВС, инфраструктурой навигационных средств, связью и наблюдением ОВД, и возможностями ОрВД Республики Беларусь. Если навигационная спецификация может быть обеспечена необходимо перейти к процессу 3. Если же навигационную спецификацию ИКАО обеспечить нельзя, то переходят к этапу 3.

На третьем этапе необходимо либо поменять концепцию воздушного пространства Республики Беларусь, либо навигационные функциональные требования в Республике Беларусь. В данном случае необходимо найти компромиссное решение. Однако если компромисс между концепцией воздушного пространства и навигационными функциональными требованиями не будет найден, то Республика Беларусь будет вынуждена разработать свои навигационные спецификации.

В ходе процесса 3 определяются и включаются возможные требования к PBN Республики Беларусь или PNB регионального значения. На первом этапе процесса 3 составляется план безопасности полетов для реализации разрабатываемой PNB Республики Беларусь. В данном случае инструктивным материалом является «Руководство по управлению безопасностью полетов» ИКАО[5]. В зависимости от реализации данный план может быть региональным, либо отдельным планом для Республики Беларусь.

На втором этапе необходимо произвести оценку безопасности полетов согласно выбранной реализации PNB для Республики Беларусь. Для апробации концепции воздушного пространства используют методики моделирование воздушного пространства, FTS, RTS и испытание схем УВД в реальных условиях. При незначительном изменении воздушного пространства Республики Беларусь нет необходимости в одновременном применении всех вышеуказанных методик. Однако при комплексных изменениях воздушного пространства Республики Беларусь методики FTS и RTS позволяют получить важную информацию о безопасности полетов.

На третьем этапе процесса 3 происходит построение схем движения ВС. Так как это один из ключевых моментов при построении реализации PBN для Республики Беларусь, то при разработке концепции воздушного

пространства Республики Беларусь рекомендуется включать разработчиков схем движения в рабочую группу. После апробации и летных испытаний этих схем, они будут опубликованы в АИР Республики Беларусь.

На четвертом этапе должна происходить апробация схем простроенных для воздушного пространства Республики Беларусь на земле с целью оценки их качества и соответствия с ИКАО.

На пятом этапе производится оценке соответствия конкретной реализации PBN Республики Беларусь критериям реализации и принимается решение о ее принятии.

На шестом этапе происходит летная апробации новой реализации концепции PBN Республики Беларусь с использованием специально оборудованных ВС. Исходя из полученных результатов, навигационные схемы Республики Беларусь могут быть доработаны.

На седьмом этапе оценивается необходимость внесения изменений в интерфейсы диспетчеров УВД Республики Беларусь в связи с изменением концепции воздушного пространства.

На восьмом этапе должна производиться разработка новых учебных и ознакомительных материалов в соответствии с новой PNB Республики Беларусь. Кроме того немаловажным фактором является работа с диспетчерами по внедрению изменений. PNB подразумевает уменьшение нагрузки на диспетчеров, однако это влечет за собой и изменение характера работы диспетчера. Если раньше диспетчер постоянно подвергался значительной нагрузке, однако контролировал всю ситуацию самостоятельно, то с внедрением и развитием PNB диспетчер просто задает данные и следит за точностью их исполнения.

На девятом этапе устанавливается дата начала реализации PNB Республики Беларусь. ИКАО рекомендует делать запас в 1-2 недели. За это время новые данные PNB Республики Беларусь должны быть загружены в аэронавигационные базы.

На десятом этапе необходимо осуществить анализ уровня безопасности новой PNB Республики Беларусь и достижение стратегических целей.

В результате реализации собственной имплементации PBN Республика Беларусь обеспечит гармоничное развитие своего аэронавигационного комплекса в соответствии со Стандартами и Рекомендованной практикой ИКАО. Имплементация PBN обеспечит соответствия аэронавигационной системы спецификациям ИКАО, что обеспечит унификацию с аэронавигационными системами других стран. Кроме этого, при реализации PBN появиться возможность внедрения CCO и CDO на загруженных, с навигационной точки зрения, участках. Это в свою очередь позволит уменьшить количество шумов и влияния на окружающую среду эмиссии двигателей в районе аэропортов Республики Беларусь.

Имплементация PBN, CDO и CCO позволит осуществить дальнейшую модернизация аэронавигационной системы, т. к. данные изменения являются модулями блоков ASBU и на их успешная реализация является обязательным условием для выполнения модернизации предусмотренной другими модулями ASBU.

Список литературы

1. Глобальный аэронавигационный план. 4-е издание. 2013г. (Doc 9750-AN/963).
2. The aviation system block upgrades. The framework for global harmonization. Issued: July 2016.
3. Introduction to the Aviation System Block Upgrade (ASBU) Modules
4. Руководство по навигации, основанной на характеристиках (PBN) 2008г. (Doc 9613).

Н.А. Сало, В.С. Сторчак, В.С. Мажаров
(Кировоградская летная академия НАУ, Украина)

Разработка модели полета воздушного судна после столкновения с птицами для тренажера авиадиспетчеров

подавляющее большинство столкновений с птицами не приводят, к каким-либо последствиям для полёта или для самого воздушного судна, в небольшой части столкновений отмечаются те или иные повреждения элементов планера и двигателей, но, в отдельных случаях последствия столкновений могут иметь острый и даже катастрофический характер.

По данным, регистрируемым для гражданских воздушных судов распределение попаданий (соударений) и повреждений между различными частями ВС следующее, показано на рисунке 1.

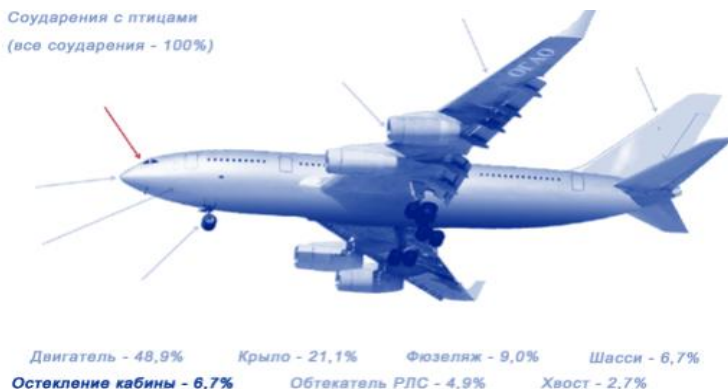


Рис.1 Распределение повреждений между различными частями ВС.

По данным, показанным на рисунке 1 видно, что наибольшее число повреждений при столкновении ВС с птицами приходится на двигатели. Также можно утверждать, что попадание птицы в двигатель является одним из самых опасных сценариев развития ситуации. Попадание птиц в воздухозаборники авиационных двигателей представляет собой реальную угрозу безопасности полета, приводящую к отказам и как следствие ряду летных происшествий различной степени тяжести. Досрочный съем двигателей по причине попадания в них птицы нарушает регулярность рейсов и связан с расходом дополнительных материальных средств на устранение неисправностей, возникших в ходе летного происшествия.

Наличие в моделирующем комплексе Fusion специализированного инструмента для моделирования нестандартных ситуаций (сценарии развития ситуаций) позволяет создавать такие алгоритмы развития ситуаций,

применение которых не требует изменения основного алгоритма работы комплекса. Актуальный формат сценариев развития ситуации представлен в таблице 1.

Таблица 1

Формат управляющей строки для сценариев развития ситуаций

№	Поле	Формат	Комментарий
1	Время	integer	Время активации скрипта
2	Огр. скорости	integer	Ограничение на максимальную путевую скорость для ВС
3	Огр.в.набора	integer	Ограничение на максимальную скорость набора высоты для ВС
4	Огр. в.снижения	integer	Ограничение на максимальную скорость снижения для ВС
5	Огр. угловой	integer	Ограничение на скорость разворота для ВС
6	Огр. высоты	integer	Ограничение на максимальную высоту полета для ВС
7	Скорость	integer	Путевая скорость, которую будет выдерживать ВС при активации скрипта
8	Вертикальная	integer	Вертикальная скорость, которую будет выдерживать ВС при активации скрипта
9	Угловая	integer	Угловая скорость разворота, которую будет выдерживать ВС при активации скрипта
10	Радио-контакт	byte	Ограничения радиоконтакта
11	Усл.высота	integer	Высота, при достижении которой активируется скрипт
12	Усл. скорость	integer	Путевая скорость, при достижении которой активируется скрипт
13	Усл.верт	integer	Вертикальная скорость, при достижении которой активируется скрипт

Для моделирования ситуации попадания птицы в двигатель ВС был составлен упрощенный алгоритм. Скрипт развития ситуации для ВС Boeing-737 приведен ниже:

- Попадание птицы в 1 двигатель с развитием ситуации до отключения аварийного двигателя:

1. [300|230|11|15|-1|12000|-1|-1|-1|-1|-1|-1] – первоначальное попадание птицы в двигатель сопровождается уменьшением тяги двигателя.
2. [110|200|7|14|4|11000|-1|-1|-1|-1|-1|-1] – развитие ситуации по сценарию отключения аварийного двигателя экипажем ВС через 1 мин 50 сек.

Построенная упрощенная модель дает в целом представление о развитии ситуации на борту ВС: ухудшение характеристик работы двигателя с его дальнейшим полным отключением экипажем ВС. На первом этапе

происходит ограничение максимально возможных значений путевой, вертикальной и угловой (скорости разворота) скоростей, а также максимальной высоты полёта. На втором этапе происходит дальнейшее ухудшение максимальных характеристик ВС с учётом отключения аварийного двигателя. Указанные значения взяты из РЛЭ Boeing-737.

Таким образом, возможности МК Fusion позволяют создавать сложные модели развития ситуации, в том числе ситуации со столкновением птиц с ВС.

Для реализации предложенной методики в моделирующем комплексе необходимо разработать сценарии развития ситуаций для каждого типа воздушных судов (или, как минимум групп типов воздушных судов, обладающих сходными характеристиками) для каждого моделируемого сценария развития ситуации.

Таким образом, используя инструментарий сценариев развития ситуаций, предоставляемые моделирующим комплексом Fusion, мы сможем моделировать поведение ВС при столкновении с птицами.

Следующим шагом нашей работы будет разработка концептуальной (то есть описывающей основные требования к самой модели) модели орнитологической обстановки в районе аэродрома. Для построения орнитологической модели мы воспользуемся инструментарием морфированных (изменяющихся с течением времени) полигонов моделирующего комплекса Fusion.

В таблице должны быть отображены следующие данные:

- элемент ВС, в который попала птица
- вероятность попадания птицы в указанный элемент ВС
- вероятность повреждения указанного элемента ВС (то есть не каждое попадание птицы в элемент ВС приводит к его разрушению или ухудшению характеристик элемента)
- время моделирования повреждения элемента ВС (например, при попадании небольшой птицы в двигатель возможно моделировать краткосрочное изменение его параметров, а при попадании крупной и массивной птицы ухудшение характеристик может носить постоянный характер по отношению к оставшемуся времени полета ВС).

В таблице 2 показан пример формализации вышеперечисленных данных.

Таблица 2

Формализация характера повреждений элементов ВС при попадании
определенного класса птиц *

№	Элемент ВС	Вероятность попадания %	Вероятность повреждения %	Время моделирования (% или сек.)
1	Носовая часть	10	16	0
2	Остекление кабины	10	12	100%
3	Двигатель	40	47	90 сек

* - в примере рассматриваются небольшие птицы класса «малые/А».

Суммируя полученные в результате нашей работы данные, мы можем сформировать перечень требований для создания модели орнитологической обстановки:

1. Разработать изменения к модели полета ВС с учетом возможных повреждений в результате столкновения с птицами. Желательно разработать изменения в модель каждого типа ВС, которые используются в тренажерном средстве. При невозможности разработки изменений в модель по каждому типу ВС необходимо сгруппировать типы и разработать изменения к группам моделей. Для формирования групп возможно использовать признаки, описанные в «Системе предоставления сообщений о столкновениях с птицами». Очевидно, что такая работа может быть проделана разово и в дальнейшем изменения в моделях полета ВС могут использоваться для любых аэродромов.

2. Используя классификацию птиц, необходимо составить таблицы формализации повреждений с вероятностью их возникновения в результате столкновения с птицами. Такие таблицы необходимо составить для каждого класса птиц. Очевидно, что такая работа может быть проделана разово и в дальнейшем изменения в моделях полета ВС могут использоваться для любых аэродромов.

Анализ своевременности принятия решений при парировании потенциально-конфликтных ситуаций

Для выявления перехода ситуации в нежелательное состояние вследствие ошибочных действий или бездействия диспетчера УВД предлагается рассмотреть ситуацию с возникновением потенциально-конфликтной ситуации, как одного из вариантов нежелательного состояния безопасности полетов. В качестве ключевого метода используется системный подход.

Следует отметить, что время на парирование потенциально-конфликтной ситуации и время на отслеживание развития ситуации являются одинаковыми, так как оба этих события происходят одновременно.

Для определения своевременности парирования ПКС необходимо действовать по следующему алгоритму:

- настроить систему опережающего моделирования на глубину прогнозирования, большую, чем максимально необходимая глубина фиксации своевременности
- в каждом просчете ситуации определяем текущие ПКС, фиксируем у новых ПКС время начала (t начала), у существующих – текущий таймер (t решения). В случае решения ПКС последнее значение таймера будет временем решения (если переход в КС, то таймеры совпадут);
- фиксируем событие перехода в новое состояние (переход) в конфликтную ситуацию или переход в ситуацию парирования ПКС.

По указанному алгоритму действий нами был проведен анализ своевременности принятия решений при парировании ПКС в записях выполненных упражнений курсантов-диспетчеров КЛА НАУ. Графическое представление этапов решения ПКС относительно шкалы времени показано на рисунке 1.

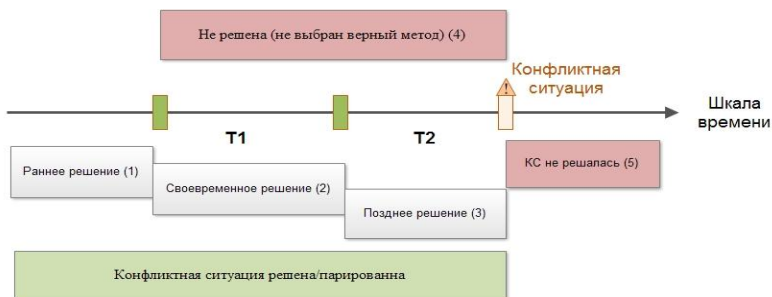


Рис.1. Графическое представление этапов решения ПКС по критерию своевременности.

Для проведения анализа своевременности при решении ПКС мы построили алгоритм развития ситуации по параметру своевременности принятия решений, который будем называть «блок-схемой ошибок при решении ПКС». Общий вид дерева ошибок показан на рисунках 2.

По результатам анализа блок-схемы ошибок мы построили таблицу ошибок (таблица 2)

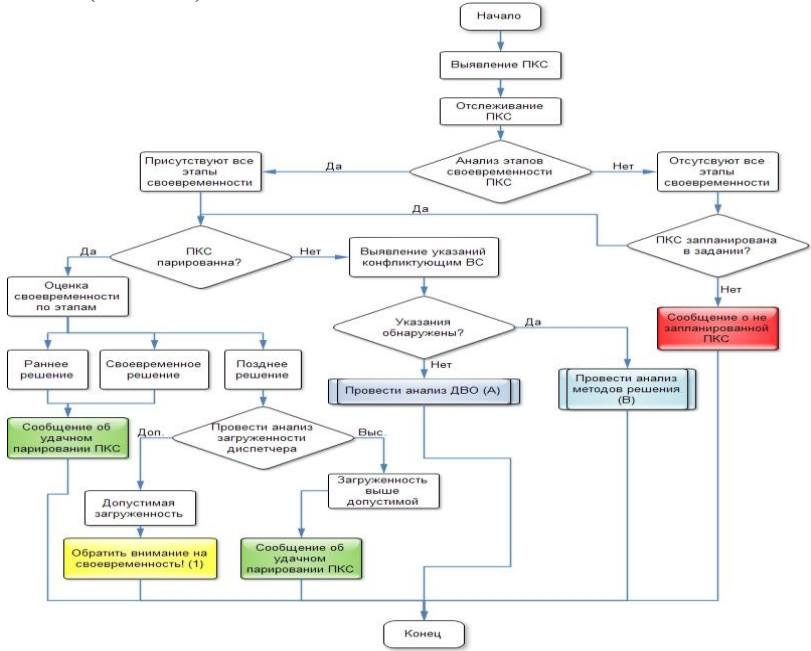


Рис.2. Блок-схема ошибок при парировании ПКС (общий вид)

Таблица 2

Варианты развития ситуации по критерию своевременности принятия решений при парировании ПКС

№	Сообщение об ошибке	Описание ситуации	Возможный способ устранения
1	Обратить внимание на своевременность	ПКС парирована, зафиксировано позднее решение	Диспетчер парировал ПКС с минимальным запасом времени, что может привести к возникновению КС в случае появления дополнительных усложняющих факторов
2	Не может обнаружить ПКС	Диспетчер не предпринимал попыток решить ПКС, которая развивалась при	В условиях допустимой загруженности диспетчер не предпринял действия по парированию ПКС. Это может трактоваться как ситуация, когда диспетчер не может

		отсутствии других ПКС	обнаружить ПКС. Если в указанный период отсутствовали другие технологические операции, то у диспетчера отсутствуют навыки выявления ПКС, требуется корректировка обучения. В случае, если диспетчер выполнял другие действия, то можно допустить, что диспетчер не правильно расставляет приоритеты выполнения задач.
3	Загруженность выше допустимой	Диспетчер не предпринимал попыток решить ПКС, которая развивалась при отсутствии других ПКС	В условиях загруженности, превышающей допустимую, диспетчер не предпринял действия по парированию ПКС. Это может трактоваться как ситуация, когда диспетчер не может обнаружить ПКС или диспетчер не правильно расставляет приоритеты между выполняемыми задачами. Для однозначной трактовки необходимо снизить загруженность до допустимой.
4	Не справляется с количеством ПКС	Диспетчер не предпринимал попыток решить ПКС, которая развивалась при наличии других ПКС	В условиях допустимой загруженности диспетчер не предпринял действия по парированию ПКС. Это может трактоваться как ситуация, когда диспетчер не может обнаружить ПКС или он не может парировать одновременно несколько ПКС. Если все ПКС, которые развивались в этот временной промежуток, не решались, то у диспетчера отсутствуют навыки выявления ПКС, требуется корректировка обучения. В случае, если диспетчер выполнял другие действия, то можно допустить, что диспетчер не правильно расставляет приоритеты выполнения задач.
5	Загруженность выше допустимой	Диспетчер не предпринимал попыток решить ПКС, которая развивалась при наличии других ПКС	В условиях загруженности, превышающей допустимую, диспетчер не предпринял действия по парированию ПКС. Это может трактоваться как ситуация, когда диспетчер не может обнаружить ПКС или диспетчер не правильно расставляет приоритеты между выполняемыми задачами. Для однозначной трактовки необходимо снизить загруженность до допустимой.
6	Не выбраны	После	В условиях допустимой

	верные методы решения ПКС	наступления КС при условии отсутствия новых указаний диспетчера ситуация не решилась	загруженности диспетчер выдавал указания ВС, участвующим в конфликте, но это не привело к парированию ПКС. Такое развитие ситуации показывает, что диспетчер не выбрал верных методов решения ПКС. Необходимо изучить рекомендуемые методы решения данного класса ПКС.
7	Загруженность выше допустимой	После наступления КС при условии отсутствия новых указаний диспетчера ситуация не решилась	В условиях загруженности, превышающей допустимую, диспетчер выдавал указания ВС, участвующим в конфликте, но это не привело к парированию ПКС. Для однозначной трактовки необходимо снизить загруженность до допустимой.
8	Выбраны верные методы решения ПКС, своевременность не соблюдена	После наступления КС при условии отсутствия новых указаний диспетчера ситуация решилась	В условиях допустимой загруженности диспетчер выдавал указания ВС, участвующим в конфликте, и это привело к решению ситуации после перехода в КС без дополнительных указаний. Такое развитие ситуации показывает, что диспетчер выбрал верные методы решения ПКС, но времени, оставшегося после выдачи указаний, не хватило для парирования ПКС. Диспетчер использует верные метод решения ПКС, необходимо обратить внимание на время обнаружения ПКС и/или скорость принятия решений.
9	Загруженность выше допустимой	После наступления КС при условии отсутствия новых указаний диспетчера ситуация решилась	В условиях загруженности, превышающей допустимую, диспетчер выдавал указания ВС, участвующим в конфликте, и это привело к решению ситуации после перехода в КС без дополнительных указаний. Возможно, что загруженность не позволяет физически решить существующий объем задач. Необходимо снизить загруженность до допустимой и/или обратить внимание на скорость выполнения технологических операций.

Реализация предложенных алгоритмов определения ошибок диспетчера может быть использована в системах поддержки принятия решений, а также для организации автоматизированных систем построения учебных упражнений для практической подготовки авиадиспетчеров.

Анализ применения цифрового канала пилот-диспетчер в тренажере авиадиспетчеров

Controller- Pilot Data Link Communications (CPDLC) – Канал связи пилот-диспетчер (земля-воздух) для обмена текстовыми сообщениями CPDLC дополняет традиционную голосовую связь, обеспечивая пилотов и диспетчеров дополнительной коммуникационной средой. Основной задачей CPDLC является повышение показателей безопасности и эффективности использования воздушного пространства.

Главной особенностью районов воздушного пространства, где используется CPDLC, является то, что там связь с «диспетчер-ВС» ведется как голосом, так и каналом текстовых сообщений, что снижает показатели недопонимания, снижает фактор возникновения ошибок, а также увеличивает показатели пропускной способности сектора.

В моделирующем комплексе Fusion, применяемом в учебном процессе в КЛА НАУ, используются специальные интерфейсы пользователя, показанные на рисунках 1 и 2.

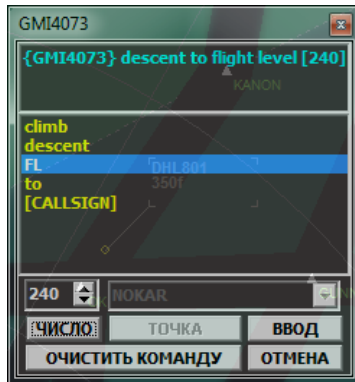


Рис.1 Фразеологический интерфейс ввода указаний диспетчера в МК Fusion

На рисунке 1 показан «Фразеологический интерфейс ввода команд», который позволяет создавать команду методом набора ее из составных частей фразы, в качестве которых выступают элементы фразеологии радиообмена и интерактивные элементы. На показанной нами команде в качестве интерактивных элементов выступают позывной ВС ([CALLSIGN]) и значение уровня/эшелона полета. Такой интерфейс ввода команд применяется для задач, в которых требуется проверить знание курсантом (обучаемым) фразеологии радиообмена. Алгоритмы распознавания введенных указаний позволяют как

выдать указание на исполнение команды, так и отклонить команду в случае отсутствия ключевых элементов фразы или неоднозначности (или отсутствия смысла, например когда дается команда на снижение, а указывается эшелон полета выше текущего эшелона полета) в команде. Использование этого интерфейса позволяет оценить знание фразеологии по нескольким ранжированным параметрам, детальное рассмотрение которых выходит за рамки нашего исследования.

Недостатком фразеологического интерфейса ввода команд является его сложность и достаточно большое время на формирование команды, сравнимое с временем, затрачиваемым диспетчером на выдачу команды голосом (и то в том случае, когда обучаемый обладает достаточно высокими навыками работы с данным интерфейсом).

Для реализации возможности моделировать в упражнениях повышенную интенсивность воздушного движения и в тех упражнениях, где не требуется проверять знание фразеологии радиообмена, применяется специально разработанный «Простой интерфейс ввода команд» (Simple Command Interface - SCI). Внешний вид элементов интерфейса SCI показан на рисунке 2. Как видно из рисунка, интерфейс SCI позволяет выдавать следующие указания (перечисление идет сверху вниз):

- изменение уровня/высоты полета (в зависимости от выбранного уровня отсчета высота дается в эшелонах или тысячах футов);
- изменение горизонтальной скорости (в зависимости от выбранного уровня отсчета высота дается в эшелонах или тысячах футов);
- отворот влево от текущего курса полета (применяется для векторения);
- отворот вправо от текущего курса полета (применяется для векторения);
- следовать левее текущей оси полета на указанном расстоянии (применяется, как правило, для создания бокового интервала);
- следовать правее текущей оси полета на указанном расстоянии (применяется, как правило, для создания бокового интервала);
- изменение вертикальной скорости набора или снижения (команда активизируется только при следовании ВС в переменном профиле полета);
- следовать на указанную точку маршрута;
- продолжить следование по заданному маршруту полета (применяется после векторения, рекомендуется перед выдачей этой команды использовать команду следования на точку по маршруту).

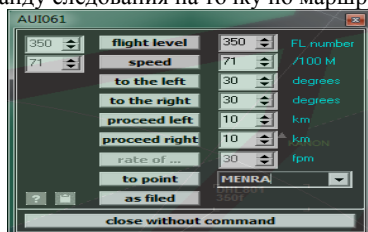


Рис.2. Простой интерфейс ввода указаний диспетчера в МК Fusion (Simple Command Interface)

Изучив интерфейс SCI мы пришли к выводу, что он по принципу работы соответствует интерфейсам CPDLC на стороне диспетчера, что дает нам возможность использовать его для проведения экспериментов.

Мы провели эксперимент, задачей которого стало определение времени, затрачиваемого авиадиспетчером на ведение связи (выдачу указания) голосом и времени, затрачиваемого авиадиспетчером на выдачу указания через систему текстовых сообщений.

Для определения времени, затрачиваемого на голосовую команду, мы замеряли время выдачи указания на выполнение снижения в процессе выполнения упражнения на моделирующем комплексе. Голосовая команда выдавалась как перед вводом указания через интерфейс SCI, так и после ввода указания. Существенной разницы по затрачиваемому времени обнаружено не было. Условием выдачи команды было придерживаться максимально-допустимого темпа речи, который Правила ведения фразеологии устанавливают в размере не более 100 слов в минуту. Испытуемые выдавали указание в привычном для себя темпе речи, который они используют при работе на диспетчерских тренажерах.

На рисунке 3 показано графическое отображение времени, затраченного экспертами на выдачу голосовой команды на снижение: «278, descent to flight level 210». Команда состоит из 10 слов («two seven eight, descent to flight level two one zero»). На рисунке показаны графики минимального, максимального и среднего времени, затрачиваемого экспертами. Количество попыток варьировалось в зависимости от ситуации и составляло от 30 до 50 попыток в зависимости от упражнения, которое выполнял эксперт и принятых им решений в процессе выполнения упражнения.

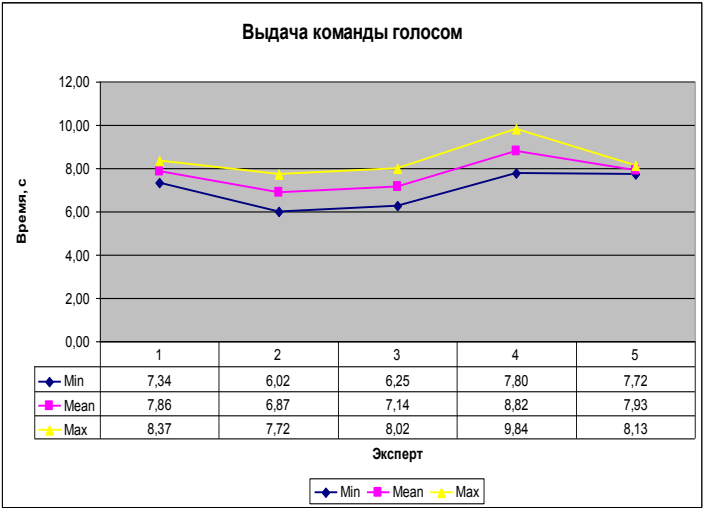


Рис. 3. Время на выдачу команд голосовым сообщением

Следующей задачей нашего эксперимента стала задача определения времени, затрачиваемого на выдачу указания при помощи интерфейса SCI.

На рисунке 4 показано графическое отображение времени, затраченного экспертами на выдачу команды на снижение с помощью интерфейса SCI. На рисунке показаны графики минимального, максимального и среднего времени, затрачиваемого экспертами. Количество попыток варьировалось в зависимости от ситуации и составляло от 30 до 50 попыток в зависимости от упражнения, которое выполнял эксперт и принятых им решений в процессе выполнения упражнения. Необходимо заметить, что все эксперты уже имели опыт работы с интерфейсом SCI.

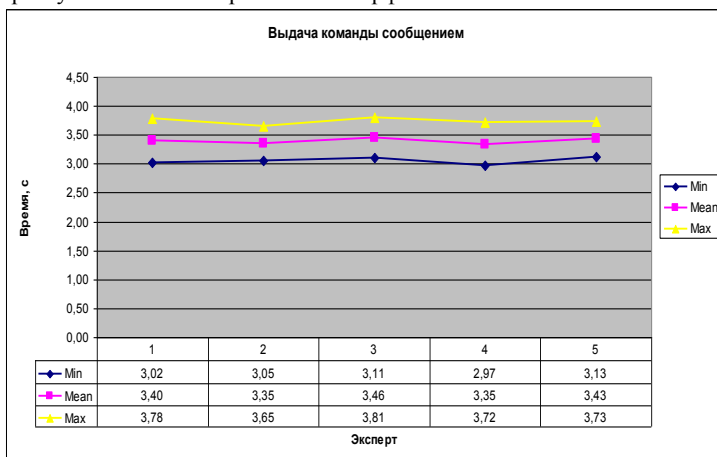


Рис. 4. Время на выдачу команд текстовым сообщением

Сравнив результаты замеров времени, затрачиваемого на выдачу команды, мы пришли к выводу, что при использовании текстового интерфейса передачи сообщений время сокращается в 2..3 раза в зависимости от эксперта.

В процессе работы над проектом нам стали доступны данные о результатах проведения экспериментального комплекса факультативных занятий с курсантами 2-го курса (3 семестр обучения). Занятия проводились с применением рабочего места диспетчера радиолокационного контроля из состава моделирующего комплекса Fusion. Целью факультатива было дать курсантам, не знакомым с тренажерной подготовкой (которая начинается в 4 семестре), первоначальные навыки выявления и решения потенциально-конфликтных ситуаций. Участники факультатива не обладали необходимым уровнем подготовки по английскому языку. Но применение интерфейса SCI, который использовался нами в нашем эксперименте и является аналогом интерфейса диспетчера в канале CPDLC, позволило курсантам выполнять задачи факультатива. Полученные в результате проведения комплекса факультативных занятий результаты позволяют предположить, что применение интерфейсов, основанных на формировании текстовых сообщений

(аналогичных CPDLC) позволит значительно снизить нагрузку на диспетчеров, для которых английский язык не является родным или языком ежедневного общения. Это предположение может служить направлением дальнейшего исследования.

Суммируя полученные результаты, мы получили следующее:

При использовании каналов связи, основанных на передаче текстовых сообщений, время на передачу сообщения сокращается примерно в 2..3 раза по сравнению с традиционными каналами голосовых сообщений. Еще одним подтверждением этого является то, что при работе на моделирующем комплексе возможно моделировать и успешно управлять воздушным движением такой интенсивности, которая не достижима в традиционных тренажерных системах с голосовыми командами.

Отсутствует проблема непонимания команды (неразборчивость, плохая дикция, акцент и т.п.) – команды приходят в четком структурированном виде, что минимизирует проблему непонимания сообщения и делает возможным автоматизацию выполнения команды в тренажерных средствах.

Использование каналов связи, основанных на передаче текстовых сообщений, приводит к снижению требований к уровню владения английским языком (вплоть до нулевого уровня при начальной подготовке).

Анализируя работу моделирующего комплекса Fusion, мы выяснили, что кроме очевидной необходимости подготовки к работе с перспективным каналом связи пилот-диспетчер (земля-воздух) для обмена текстовыми сообщениями CPDLC, использование в тренажерной подготовке моделей канала CPDLC дает следующие преимущества:

- минимальные затраты на внедрение (возможно в качестве дополнительного модуля к уже существующим тренажерам);
- возможность использования в подготовке без знания фразеологии, т.е. практическая подготовка может начинаться гораздо раньше, что послужит дополнительным стимулом курсантам;
- комбинированное использование с системой речевых сообщений, т.е. не требуется отказ от традиционной системы передачи сообщений;
- автоматизация сопровождения ВС без пилота-оператора, что может привести к сокращению стоимости подготовки и/или уменьшению квалификационных требований к пилотам-операторам.

А.І. Трикіло, к.т.н., К.А. Ключко, к.т.н.,
В.О. Устименко, А.В. Бідун
(Дніпровський державний технічний університет, Україна).

Підвищення якості діагностування функціонального стану людини

В умовах підвищення об'ємів авіап перевезень та зростання навантаження на авіаційний персонал зростає необхідність постійного медичного діагностування їх функціонального стану в робочий час, що в свою чергу впливає на здатність приймати адекватні рішення та виконувати потрібні дії в умовах дефіциту часу та в конфліктних ситуаціях.

Актуальною в авіації залишається проблема відсутності наукових методологій довготривалого прогнозування психофізіологічного стану екіпажу повітряного корабля, особливо в момент виникнення та усунення конфліктної ситуації. Слід відмітити, що автоматичні системи керування в нештатній ситуації не можуть вирішити проблему, тому система передає керування пілотам, а сама лише вказує на проблему. Наприклад, система попередження зіткнень літаків повідомляє екіпаж звуковою та візуальною інформацією, а маневр ухилення необхідно виконати пілотам [1].

Функціональні стани індивідуума відносяться до фонові активності його нервової системи, в умовах якої реалізуються його поведінкові дії. Важливо розробити методи дослідження психофізіологічних факторів і їхнього впливу на такі параметри системи, як точність, готовність, стійкість до різких коливань навколишніх умов, загальна ефективність системи зброї. При цьому особлива увага повинна приділятися ролі людини як елемента системи. Оперативне мислення пов'язане з багатьма психофізіологічними факторами, в тому числі з швидкістю звуження і просторовим поданням. Найпростішим актом мислення є судження. Воно включає здатність правильної оцінки критичної ситуації. У безперервному технологічному процесі, в аварійній ситуації, що виявляється небезпеки і шкідливості швидкість судження має особливе значення. Це обумовлюється необхідністю приймати адекватні рішення та виконувати потрібні дії в умовах великого дефіциту часу. При цьому людина забезпечує узгодженість в інформації, діях, функціях машин, людей, зіставляє їх зі стереотипом, нормою і стандартом.

Методи діагностики функціональних станів можна розділити на дві великі групи: психофізіологічні і психологічні.

Психофізіологічні чинники визначаються характером праці. До них відносяться фактори, пов'язані з нервово-психічним напруженням (сприйняттям, увагою, мисленням, пам'яттю, емоційною сферою), фізичним навантаженням, темпом, ритмом і монотонністю праці. Рациональна організація робочого місця не допускає надмірних фізичних зусиль і нервово-психічного напруження робітника, виключає монотонність праці, сприяє ритмуванню і оптимізації темпу праці.

Розглянемо психофізіологічну групу. У неї входять наступні методи:

- аналіз електроенцефалограм для оцінки ступеня оперативної готовності індивідуума до дії;
- вивчення електроміограму для оцінки ступеня перевтоми і емоційної напруженості;
- розшифровка електрокардіограм для оцінки ступеня напруженості функціональних систем організму;
- аналіз шкірно-гальванічної реакції;
- використання акупунктурної системи Манакі; оцінка інших біохімічних реакцій (рівень адреналіну в крові, частота дихання, частота пульсу і ін.).

Розглянемо психологічну групу. У неї входять наступні методи:

- об'єктивні психометричні тести (когнітивні, виконавчі);
- суб'єктивні методики (опитувальники, суб'єктивні шкали, стандартизовані інтерв'ю);
- проектні тести [2].

Отже, слід враховувати усі неоднорідності фізичних і метрологічних характеристик біометричних параметрів людини, щоб змодельовати адаптивну систему оцінки її психофізіологічного стану [3]. Крім того, повинен існувати певний мінімум біометричних параметрів, що реєструються безперервно (в on-line режимі). До таких можна віднести температуру тіла людини, частота дихання і пульсу, можливо, електрокардіограма, реєстрація акустичного і інфрачервоного випромінювання з поверхні тіла. На сьогоднішній день, ці вимірювання не проводяться в силу складності їх реалізації в робочих умовах, а також дороговизни апаратури, що використовується [4].

Розглянемо один із методів діагностики психофізіологічного стану людини: розшифровка електрокардіограм для оцінки ступеня напруженості функціональних систем організму.

Актуальною для сучасної діагностики донині залишається проблема отримання максимально повної інформації при реєстрації біоелектричних потенціалів. Виділення сигналу із зашумленої кардіограми та підвищення точності й достовірності реєстрації параметрів електрокардіосигналу (ЕКС) набуває все більшого значення в сфері дистанційного консультування пацієнта та встановлення діагнозу в режимі on-line. Розпізнавання інформативних ділянок, конфігурації та тимчасове положення ЕКС несе діагностичну інформацію і може бути виконано з використанням сучасних методів цифрової обробки сигналів.

Головним недоліком кардіографа «ЮКАРД-100», який частіше за все зустрічається в поліклініках, являється не повне виділення корисного сигналу на фоні цілого комплексу перешкод і спотворень. Причиною цього є зашумленість кардіосигналу. Усунути перешкоди можна за допомогою додаткових (цифрових) фільтрів.

В «Юкард-100» використовуються цифрові фільтри верхніх (ФВЧ) та нижніх частот (ФНЧ) (рис.1), але використання ФВЧ для видалення дрейфу ізолінії дуже часто призводить до зміни форм P – і T -хвиль.

Недоліком цифрових ФВЧ та ФНЧ є:

- при використанні фільтрів низьких частот недостатня величина частоти зрізу робить сигнали практично невидимими на кардіограмі;
- нерівномірність АЧХ фільтрів в смузі пропускання і нелінійний характер фазової характеристики вносять в кардіосигнал збурення, однакові по порядку величини з інформативними низькоамплітудними біопотенціалами серця.

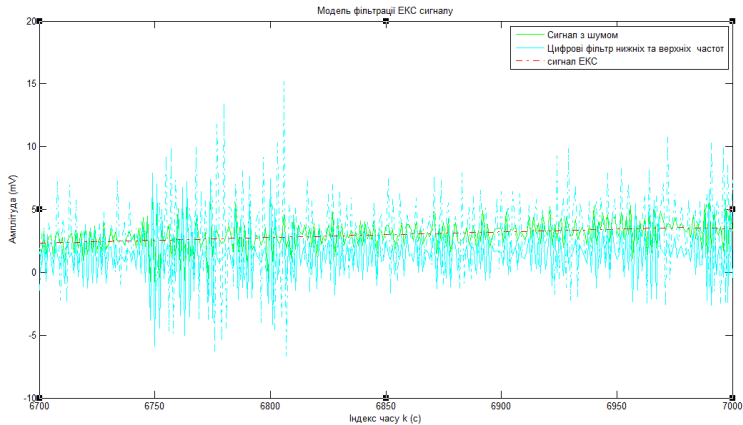


Рисунок 1. Фільтрація ЕКС сигналу за допомогою цифрових ФВЧ та ФНЧ

Тому для більш точних результатів було обрано цифрові фільтри Чебишева та Вінера другого роду. Перевагою цих фільтрів є:

- фільтр Чебишева володіє більш вузькою смугою нелінійності фазочастотної характеристики, а також має велику стабільність при необхідності забезпечення вузьких смуг придушення;
- головною перевагою фільтрів Вінера є їх оптимальність мінімумом середньоквадратичної помилки
- забезпечують високу ефективність придушення шуму в електрокардіограмі, стійкість до апіорної невизначеності моделі зміни сигналу і дисперсії перешкод;
- мають високу швидкодію, що дозволяє вести оперативну обробку сигналу, що важливо для систем моніторного стеження.

У системі *Matlab* було промодельовано стандартний ЕКС з додаванням шкідливих впливів та досліджено запропоновані методи фільтрації цього сигналу за допомогою фільтрів Вінера та Чебишева.

Досліджено стандартну модель ЕКС (рис.2) з наступними параметрами:

- 1) частота серцевих скорочень $F_{ECG} = 0,6$ (уд / хв);
- 2) частота дискретизації сигналу $F_d = 1000$ Гц;
- 3) амплітуда кардіосигналу $A_{ECG} = 20$ мВ;
- 4) тривалість необхідного сигналу $T_{sign} = 5$ (сек).

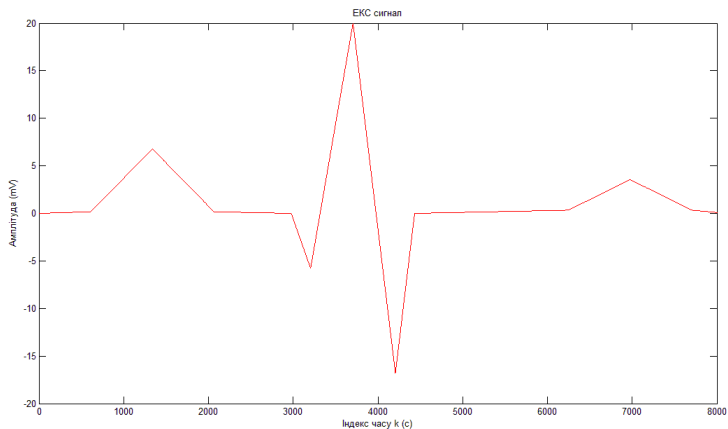


Рисунок 2. Модель ЕКС сигналу

Потім до ЕКС додано високочастотний (наприклад, від наведення від обладнання) і низькочастотний шум.

На рис.3 зображено сигнал ЕКС, відфільтрований сигнал за допомогою фільтрів: Вінера 2-го порядку та Чебишева 2-го порядку нижніх частот з кінцевою імпульсною характеристикою та з функцією передачі $h(z) = z + 0,8z^{-1} + 0,4z^{-2} - 0, z^{-3}$.

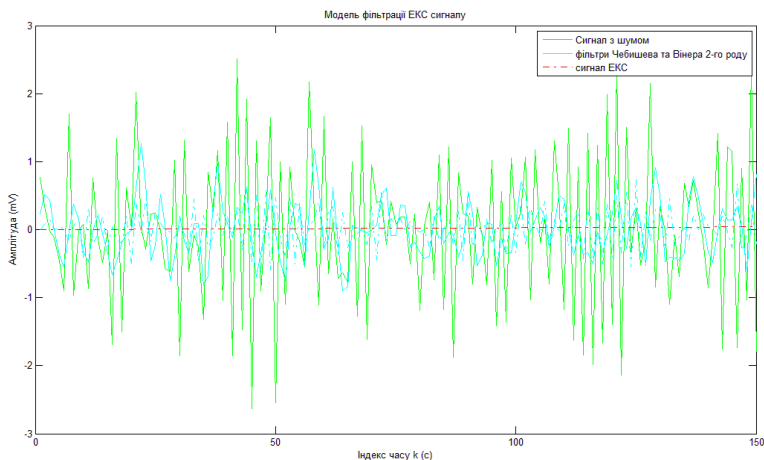


Рисунок 3. Фільтрація ЕКС сигналу за допомогою фільтрів Вінета та Чебишева

Отже, у відфільтрованому ЕКС практично не спостерігається адитивна складова, яка викликана високочастотною перешкодою, відсутні зміни в формі ЕКС по амплітуді та знижено вплив усіх видів перешкод за один цикл фільтрації.

Висновок

Таким чином, безперервна діагностика психофізіологічного стану в режимі реального часу дозволить прогнозувати стан членів екіпажу в конфліктних ситуаціях та застосувати заходи відносно його оптимізації. Зняття та адекватна розшифровка електрокардіограми дозволяє оцінити ступінь напруженості функціональних систем організму людини. Підвищено якість фільтрації ЕКС за рахунок введення фільтрів Чебишева та Вінера.

Використання програмної реалізації фільтрації кардіосигналів дозволить зменшити енергоспоживання електрокардіографа та зменшити розміри його датчиків.

Список літератури

1. Павлов В.В. Интеллектуализация авионики для решения конфликтных задач безопасности движения воздушных судов / В.В. Павлов, Е.А. Копытова // Кибернетика и вычислительная техника. –2010. – Вып.161. – С. 35 – 41.
2. Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / А.Б. Леонова. – М.: изд-во Моск. ун-та, 1984. – 378 с.
3. Коваленко А.В. Адаптивная модель системы оценки психофизиологического состояния человека / А.В. Коваленко, С.К. Мещанинов, А.И. Трикило, Е.М. Гулеша, Е.А. Копытова, А.В. Льдовская // Математическое моделирование. – 2015. – № 3(32). – с.20-23.
4. Meshaninov S.K. The Human Factor as an Informative Parameter of Integrated System of Biometric Control and Handle of Complex Technical System / S.K. Meshaninov, K.A. Klochko // “Aviation in The XXI-st Century”, “Safety in Aviation and Space Technologies”: The Seventh World Congress, 2016 September 19-21, Proceedings – Kyiv: NAU, 2016. – P.3.5.6 – 3.5.10.
5. Райгайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический поход / Р.М. Райгайян – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 345 с.

**Вибір метода розв'язання потенційно конфліктної ситуації по
наздоганянню у вертикальній площині**

У авіадиспетчера може бути недостатньо часу на аналіз ефективності використовуваних ним методів. Задачу можна полегшити, якщо заздалегідь розробити рекомендації, за яких умов певний спосіб ефективніше застосувати.

Для розв'язання конфліктної ситуації авіадиспетчер, залежно від типу потенційно-конфліктної ситуації і повітряної обстановки, може використати наступні методи:

- Зміна рівня польоту;
- Зміна курсу;
- Керування швидкостями (вертикальними або горизонтальними);
- Забезпечення бічного ешелонування.

Також може бути використана їх комбінація.

Залежно від типу конфліктної ситуації, методи розв'язання будуть різними. Розглянемо типи потенційно-конфліктних ситуацій у вертикальній площині:

1.Повітряне судно 1 летить вище повітряного судна 2 у попутному напрямку, між ними немає безпечного горизонтального інтервалу. Судно 1 наближається до свого аеродрому призначення і просить дозвіл на зниження або вже знижується.

1.1 Повітряне судно 1 летить вище і попереду повітряного судна 2. За умови значної різниці швидкостей і тенденції збільшення горизонтального інтервалу з часом, а також якщо до встановлення безпечного інтервалу залишається небагато часу – то можна за допомогою керування швидкостями прискорити встановлення безпечного горизонтального інтервалу і після встановлення давати команду знижуватись. Та найбільш надійним способом буде забезпечення бічного ешелонування, і лише після цього дати вказівку на зниження. Якщо судно 1 вже почало зниження, то диспетчер має зупинити зниження судна 1 і дати вказівку продовжувати рух на безпечному рівні польоту, тобто застосувати метод зміни рівня польоту, а потім забезпечувати горизонтальне ешелонування. У випадку неможливості судном 1 продовжувати рух на проміжному рівні необхідно негайно змінити курс цього судна і, за необхідності, також курс конфліктуючого повітряного судна.

1.2 Повітряне судно 1 летить вище і безпосередньо над повітряним судном 2. У цій ситуації єдиним способом буде забезпечення бічного ешелонування і лише після цього дати вказівку на зниження. Якщо судно 1 вже почало зниження, то диспетчер має

зупинити зниження судна 1 і дати вказівку продовжувати рух на безпечному рівні польоту, тобто застосувати метод зміни рівня польоту, а потім забезпечувати бічне ешелонування. У випадку неможливості судном 1 продовжувати рух на проміжному рівні, необхідно негайно змінити курс цього судна і, за необхідності, також курс конфліктуючого повітряного судна.

1.3 Повітряне судно 1 летить вище і позаду повітряного судна 2. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 1.1,

2. Повітряне судно 1 летить нижче повітряного судна 2 у попутному напрямку, між ними немає безпечного горизонтального інтервалу. Судно 1 просить дозвіл на набір або вже набирає висоту після зльоту. Можливі 3 варіанти розвитку ситуації:

2.1 Повітряне судно 1 летить нижче і попереду повітряного судна 2. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 1.1.

2.2 Повітряне судно 1 летить вище і безпосередньо над повітряним судном 2. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 1.2.

2.3 Повітряне судно 1 летить вище і позаду повітряного судна 2. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 1.3.

3. Повітряне судно 1 летить вище повітряного судна 2 у попутному напрямку, між ними немає безпечного горизонтального інтервалу. Обидва судна наближаються до свого аеродрому призначення і просять дозвіл на зниження або вже знижуються. Можливі 3 варіанти розвитку ситуації:

3.1 Повітряне судно 1 летить вище і попереду повітряного судна 2. У цьому випадку найпершим буде застосування способу керування вертикальними швидкостями і забезпечення паралельного зниження. За необхідності, після забезпечення вертикального інтервалу методом керування швидкостями, можна встановити безпечний горизонтальний інтервал методом бічного ешелонування. Після цього можна перестати контролювати вертикальну швидкість. Якщо є тенденція збільшення горизонтального інтервалу, до встановлення безпечного інтервалу залишається небагато часу, і за необхідності, то після забезпечення вертикального інтервалу методом керування швидкостями, після встановлення безпечного горизонтального інтервалу, диспетчер може перестати контролювати вертикальну швидкість.

3.2 Повітряне судно 1 летить вище і безпосередньо над повітряним судном 2, яке знижується. У цьому випадку найпершим буде застосування способу керування вертикальними швидкостями і забезпечення паралельного зниження. За необхідності, після забезпечення вертикального інтервалу методом керування швидкостями, можна встановити безпечний горизонтальний інтервал, методом бічного ешелонування. Після цього можна перестати контролювати вертикальну швидкість.

3.3 Повітряне судно 1 летить вище і позаду повітряного судна 2, яке знижується. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 3.1.

4.Повітряне судно 1 летить нижче повітряного судна 2 у попутному напрямку, між якими немає безпечного горизонтального інтервалу. Обидва судна набирають висоту. Можливі 3 варіанти розвитку ситуації:

4.1 Повітряне судно 1 летить вище і попереду повітряного судна 2. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 3.3.

4.2 Повітряне судно 1 летить вище і безпосередньо над повітряним судном 2, яке знижується. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 3.2.

4.3 Повітряне судно 1 летить вище і позаду повітряного судна 2, яке знижується. Спосіб розв'язання конфлікту аналогічний ситуації 3.1.

Висновки

Вибір метода розв'язання потенційно конфліктної ситуації по наздоганянню у вертикальній площині показав, що для ситуацій, коли одне повітряне судно, змінюючи висоту, конфліктує з судном, яке витримує свою висоту, найперше потрібно зупинити цю зміну висоти. Найнадійнішим і найпростішим способом розв'язання такої ситуації буде забезпечення бічного ешелонування. За наявності належних умов можна скористатися методом керування горизонтальними швидкостями, проте цей метод вимагатиме більше контролю і уваги.

Для ситуацій, коли повітряне судно наздоганяє у вертикальній площині інше судно, яке також змінює профіль польоту, найпершим, найнадійнішим і найпростішим способом розв'язання конфліктної ситуації буде метод керування вертикальними швидкостями. За необхідності і за наявності належних умов, можна скористатись методом забезпечення бокового ешелонування та керування горизонтальними швидкостями, проте контроль горизонтальних швидкостей вимагає багато уваги. Зміна горизонтальної швидкості призводить до зміни і вертикальної швидкості, тому скористатися цим методом можна виключно за належних умов.

Список літератури

1. Фисенко Е.В. Пояснительная записка к дипломной работе магистра на тему «Определение предпочтительного метода решения конфликтной ситуации по догону в горизонтальной плоскости» - Кировоградская летная академия Национального авиационного университета, Кировоград 2015, -С 98.

2. Про затвердження Правил обслуговування повітряного руху з використанням систем спостереження: Наказ Міністерства інфраструктури України від 07.11.2011р. N 521//ОВУ. – 2011. - №96. -С 194

3. Международная организация гражданской авиации. Приложение 11 к Конвенции о международной гражданской авиации. Обслуживание воздушного движения – Монреаль, Канада, 2001.

*В.В. Шишаков, пілот-інструктор,
(ТОВ “Авіакомпанія “Росьавіа””, Україна)
Т.Ф. Шмельова, д.т.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Системний аналіз факторів, що впливають на діяльність недетермінованої підсистеми “Екіпаж – Повітряне судно”

В результаті проведення системного аналізу функціонування недетермінованої підсистеми “Екіпаж – ПС” класифіковано та формалізовано різноманітні фактори, що впливають на діяльність підсистеми. За допомогою теоретико-множинного методу системно узагальнено неоднорідні внутрішньосистемні та позасистемні фактори що впливають на безпеку польотів повітряних суден.

Однією з гострих проблем безпеки польотів є значна кількість авіаційних подій (АП) з повітряними суднами (ПС) на етапі заходу на посадку і посадки, що пов’язано з помилками і порушеннями в роботі екіпажу ПС. Відомо, що час заходу на посадку і посадка ПС (від входу в глісайд до посадки) складає в середньому лише 5 % від загального польотного часу, але на цих етапах відбувається найбільша кількість АП з людськими жертвами – 52 %, а саме, 22 % трагічних інцидентів трапляється в процесі приземлення, 16 % – під час фінального етапу заходу на посадку, 14 % – під час початкового етапу заходу на посадку, 4 % – при зниженні ПС [1]. Для порівняння: на початку польоту 6 % авіакатастроф трапляється на зльоті, 12 % – при наборі висоти. Під час руху на крейсерській висоті польоту трапляється 12 % катастроф, 23 % – на землі [1]. Згідно з даними досліджень Федерального авіаційного управління (FAA) Національного авіаційного аналітичного центру даних безпеки (NASDAC), Управління авіаційної безпеки та Служби льотних стандартів (FSS) визначено, що найбільший відсоток АП в складних метеорологічних умовах (32,2 %) трапляється на етапі посадки.

Проблемою скорочення кількості АП та/або серйозних інцидентів при заході на посадку і посадці ПС займаються науковці відомих авіаційних організацій досить тривалий період, проте підсистеми авіаційної транспортної системи (АТС) не можуть бути цілком вільні від небезпечних факторів і пов’язаних з ними ризиків, що впливають на кінцевий результат польоту.

На якість функціонування недетермінованої підсистеми “Екіпаж – ПС” (ПСЕПС) здійснює вплив ряд *внутрішньосистемних і позасистемних* факторів (рис. 1). Під *внутрішньо системними* розуміються такі фактори, які визначаються внутрішніми властивостями АТС, під *позасистемними* – фактори зовнішнього середовища, не залежні від внутрішніх властивостей АТС.

При виникненні обставин, що призводять до АП, відбувається послідовне ускладнення ситуації у польоті внаслідок дії факторів, пов’язаних з діяльністю екіпажу, функціональною ефективністю ПС та умовами зовнішнього середовища, що дає можливість виділити три загальні підгрупи факторів, здійснюючих вплив на функціонування центральної ланки АТС – ПСЕПС:

- “людський” фактор (human factor);
- технічний фактор (technical factor);
- фактор зовнішнього середовища (environment factor).

“Людський” фактор (HF) у льотній експлуатації можна визначити як порушення, помилкові дії або бездіяльність осіб, пов’язаних з організацією, підготовкою, виконанням та забезпеченням польотів, внаслідок причин, що закладені в індивідуальних особливостях: професійному рівні, психофізіологічному стані, дисциплінованості, інших особливостях. В даний час накопичено значний об’єм даних, що торкаються ролі “людського” фактору у проблемі забезпечення високого рівня безпеки польотів (БП). Апостеріорний аналіз цих даних показує, що з помилками екіпажа пов’язано від 76 до 86 % кількості АП з літаками злітною вагою більше 10 тон[2]. Встановлено, що однією з гострих проблем БП в області “людського” фактору є значна кількість АП та інцидентів на етапі заходу на посадку і посадці ПС.

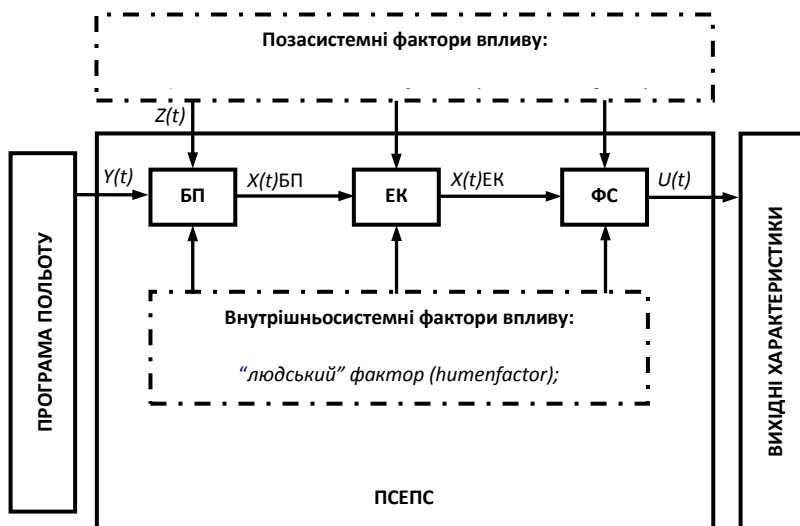


Рис. 1. Функціональна схема ПСЕПС:

БП – блок порівняння; ЕК – екіпаж; ФС – функціональні системи ПС

Технічний фактор (TF), як надійність функціональних систем ПС, безпосередньо впливає на БП. Відмови, що виникають у польоті, створюють загрозу безпеки його виконання. Згідно з дослідженням, близько 22,8 % усіх АП та інцидентів виникає із-за відмов і несправностей АТ. Статистика вказує на досить не велику кількість АП при заході на посадку та посадці по причині відмов систем ПС.

Фактори зовнішнього середовища (EF) по різному впливають на БП залежно від типу ПС, режиму і етапу польоту. Сукупність великого числа

зовнішніх (позасистемних) факторів визначає фактичні умови польоту, які суттєво ускладнюють, а в ряді випадків обмежують його виконання. У безвітрянні сонячні дні на повітряному транспорті відбувається мало АП, ризик зростає при [2]: польоті над горбистою місцевістю, з обмеженою видимістю, несприятливому вітрі, посадці на забруднену злітно-посадкову смугу (ЗПС) обмеженому інструментальному обладнанні заходу на посадку. Такі явища, як атмосферна турбулентність, зсув вітру, супутній слід, обмерзання, змінюють сили і моменти, що діють на ПС, і викликають його розбалансований рух. Такі, як туман, низька хмарність, ускладнюють літаководіння, виконання посадки і інші дії екіпажа, що пов'язані з управлінням ПС, і можуть привести до помилкових дій. Проведений аналіз АП та інцидентів показує, що низька хмарність і обмежена видимість є окрім небезпечними факторами зовнішнього середовища, які сильно впливають на БП при виконанні заходу ПС та посадки.

Будь-яка складна недетермінована ПСЕПС при льотній експлуатації функціонує під впливом факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. В [5] визначено, що виявлення небезпечних факторів є неодмінною умовою управління факторами ризику для забезпечення належного рівня БП.

Для проведення системного аналізу середовища в якому функціонує ПСЕПС виконана декомпозиція факторів, що впливають на БП при виконанні заходу на посадку та посадки ПС. Системні дослідження небезпечних факторів надають змогу їх згрупування відповідно до їх джерел або місця розташування, класифікації відповідно до тяжкості / імовірності їх прогнозованих наслідків. Це полегшує завдання визначення пріоритетності стратегій зменшення ризиків з урахуванням використання наявних ресурсів в максимально ефективній формі для підвищення рівня БП. Зміст і формальний опис параметрів небезпечних факторів, що впливають на функціонування ПСЕПС наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Декомпозиція факторів \bar{F}_{ALA} , що впливають на функціонування недетермінованої ПСЕПС. Зміст і формальний опис параметрів моделей

№ з/п	Фактори	Параметри	Кодування
1.	Внутрішньосистемні (intersystem) фактори: $\bar{F}_{ins} = f_{ais}, f_{iga}, \dots, f_{ija}$	Неадекватне використання екіпажами автоматизованих систем управління польотом	f_{ais}
2.		Використання наземних засобів що не відповідають вимогам (навігаційні засоби, вогні наближення/ЗПС)	f_{iga}
3.		Недостатня підготовка, досвід і/або кваліфікація для експлуатації даного ПС	f_{ppa}
4.		Відсутність бортового обладнання по забезпеченню безпеки – системи попередження небезпечного зближення із землею (GPWS)	f_{ase}
5.		Несталі режими заходу на посадку (перевищення висоти і/або швидкості при заході на посадку)	f_{uap}
6.		Неточні або неадекватні команди, рекомендації	f_{ias}

№ з/п	Фактори	Параметри	Кодування
		органів ОІР	
7.		Несталі режими заходу на посадку (політ низько/повільно при заході на посадку)	f_{als}
8.		Процедурні порушення (навмисні порушення стандартних правил польотів), включаючи відмову в передпосадковому інструктажі, інформування про повітряну швидкість і висоту	f_{nap}
9.		Поспішне прийняття рішень – пов’язане з прийняттям неправильних рішень	f_{cdm}
10.		Проблеми з пілотуванням – нездатність членів льотного екіпажу здійснювати політ ПС в заданих параметрах (повітряна швидкість, висота, швидкість зниження)	f_{hld}
11.		Відсутність інформації про умови польоту	f_{lac}
12.		Відсутність радіолокаційного обслуговування	f_{ars}
13.		Неправильна оцінка положення ПС	f_{lpa}
14.		Невиконання правил CRM (координація між членами екіпажу і взаємоконтроль)	f_{CRM}
15.		Невиконання або неправильне виконання дій (ненавмисне відхилення від стандартних експлуатаційних правил (SOPs))	f_{SOP}
16.		Неадекватна професійна оцінка ситуації і/або недостатня кваліфікація пілотів	f_{ija}
17.	Зовнішнє середовище (environment) $\bar{F}_{env} = f_{avr}^I, f_{wnd}, \dots, f_{pvs}$	Стан ЗПС (викочування ПС з мокрих ЗПС або забруднених стоячою водою, снігом (льодом))	f_{ovr}
18.		Несприятливий вітровий режим (сильні бічні вітри, попутні вітри або зсув вітру)	f_{wnd}
19.		Випадінняпадів (сніг, дощ)	f_{prc}
20.		Заход на посадку в темряві або у сутінках	f_{dkt}
21.		Заход на посадку по приладах	f_{IMC}
22.		Польоти над пагорбистою або гірською місцевістю с обмеженою видимістю	f_{tm}
23.		Заход на посадку в умовах обмеженої видимості або туману	f_{pvs}

Запропоновано метод узагальнення неоднорідних факторів внутрішньосистемного та зовнішнього середовища що впливають на функціонування недетермінованої ПСЕПС [3], що дозволяє врахувати: структурну ієрархічність, різномірність, динамічну нестабільність факторів та визначити умови для їх оцінювання:

$$\bar{F}_{ALA} = \bar{F}_{ins} \cup \bar{F}_{env}$$

де $\bar{F}_{ins} = f_{als}^I, f_{iga}, \dots, f_{ija}$ – множина внутрішньосистемних факторів (intersystem) впливу на ПСЕПС;

$\bar{F}_{env} = f_{avg}, f_{wnd}, \dots, f_{pvs}$ – множина факторів впливу зовнішнього середовища(environment)впливу на ПСЕПС.

За допомогою експертного оцінювання отримані показники ступеня впливу факторів \bar{F}_{ALA} на функціонування недетермінованої ПСЕПС за критеріями надійність, безпека, економічність тощо.

Задача багатокритеріального оцінювання факторів середовища з урахуванням пріоритету їх впливу на безпеку польотів при виконанні заходу на посадку та посадки ПС, передбачає одержання і візуалізацію оцінок за окремими (частковими) критеріями, групами критеріїв (агреговані оцінки) і повною сукупністю критеріїв (узагальнена аналітична оцінка). Повне рішення задачі багатокритеріальної оптимізації льотної експлуатації ПС можливе за умов побудови чіткої несуперечливої системи аксіом принципів вибору згортки, нормалізації та пріоритетів відповідних показників ПСЕПС[3; 4].

Задача управління ризиками в ПСЕПС заводиться до компромісного аналізу допустимого, неприйнятного і прийнятного ризику в умовах невизначеності[5].

Висновки

Проведено декомпозицію і кодування внутрішньосистемних і позасистемних факторів функціонування підсистеми “Екіпаж – ПС”.

Виконане за допомогою теоретико-множинного підходу узагальнення неоднорідних внутрішньосистемних і позасистемних у разі льотної експлуатації ПС на етапі заходу на посадку та посадки дозволить комплексно оцінити ступінь їх впливу на безпеку польотів, вирішити задачу компромісного управління ризиками в ПСЕПС

Список літератури

1. Boeing. Commercial Airplanes [Електронний ресурс]: Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959-2015 – Режим доступу: <http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>.
2. Flight Safety Foundation [Електронний ресурс]: Approach and Landing Accident Reduction (ALAR) – Режим доступу: <http://flightsafety.org/current-safety-initiatives/approach-and-landing-accident-reduction-alar>.
3. Харченко В. П. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – К. : НАУ, 2016. – 308 с.
4. Strategic Imperatives and Core Competencies in the Era of Robotics and Artificial Intelligence Chapter 9. Decision-Making Models of the Human-Operator as an Element of the Socio-Technical Systems / Nina Rizun, Tatyana Shmelova. – International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2016. – P. 167-204.
5. Safety Management Manual (SMM) / Doc. ICAO 9859-AN 474. – 3ed ed. – Canada, Montreal : ICAO, 2013. – 251 p.

Methodology of definition of the architecture of Ukrainian air traffic management system within sesar programme

A methodology of definition of the Ukrainian Air Traffic Management architecture using the European Air Traffic Management Architecture framework developed within SESAR Programme and use of the developed architecture as a basis for the implementation of SESAR Solutions in Ukraine.

SESAR (Single European Sky ATM Research) is an essential technological part of the Single European Sky programme that aims to achieve more sustainable and high-performing aviation in Europe. The SESAR's performance ambition is to achieve an increase of cost and operational efficiency, capacity, improve safety and ensure high levels of security, reduce the impact of on the environment. However, to achieve this ambition it is necessary to make sure that the SESAR Solutions are deployed in a timely and synchronised way and take into account peculiarities and conditions of the environment on the local level.

To ensure the consistency within SESAR Programme and focus the research on performance, the European ATM Architecture (EATMA) was developed. The aim of the EATMA is to define the architecture of the European ATM system as it is now and will be for each steps of SESAR Programme (SESAR 1, SESAR2020 and so on) and, as well as a roadmap for the operational, technical and institutional changes in support to the European ATM Master Plan. Also, EATMA is a powerful tool for stakeholders to adapt the SESAR Solutions to their local needs and conditions and optimise the deployment of concepts on the local level to gain the ATM performance through a timely implementation of the solutions.

EATMA contains a number of layers that allows describing and viewing the European ATM system from different angles and perspectives taking into account all the aspects of business, operational and technical sides (Fig. 1).



Fig. 1. Structure of European ATM Architecture

Programme layer describes the implementation schedule for the changes in the European ATM and provides a project management point of view. All the regulations and standard needs within European ATM are described within the Standard layer. The Capability layer can be understood as a strategic layer and describes abilities of European ATM system. The Operational layer describes operational concepts within the SESAR Programme. The System layer is used to describe SESAR systems (their functions and functional breakdown) and their interactions. And the Service layer provides a link between the operational need and technical solution by describing services up to linkage to data elements.

With the help of such framework, the architecture of the European ATM system was defined and a consistent and harmonised model of the ATM system with a necessary level of details was created by EUROCONTROL and its partners to support SESAR Programme.

Ukrainian ATM System is a part of general European ATM System that's why the concepts of Single European Sky are quite relevant for Ukraine as well. Even though presently Ukraine is not in the applicability area of the Single European Sky and doesn't actively participate in the SESAR Programme, it is necessary to keep track of the developments that are made under the mandate of EUROCONTROL, SESAR Joint Undertaking and European Commission and look for the ways how to improve the performance of the Ukrainian ATM system and reduce operational costs. That's why in 2013 the Common Aviation Area Agreement was initiated between Ukraine and EU. with the aim to implement EU legislation in the air traffic management in Ukraine.

Another way of the development is to create the architecture of the Ukrainian ATM system coherent with the European one by adapting the European ATM Architecture framework for Ukrainian realities. This will help to bring Ukrainian ATM system closer to European standards and requirements and allow to perform modelling of the implementation of SESAR Solutions in Ukraine to estimate benefits and advantages of the use of those solutions. European ATM Architecture is a core element of the next SESAR2020 Programme and it is crucial to have the architecture of Ukrainian ATM system aligned with the EATMA to ensure successful deployment of solutions in Ukraine.

In order to develop the architecture of Ukrainian ATM system, first of all, we need to analyse the current state and capabilities of it through the deep analysis of all the stakeholders within Ukrainian ATM system (airports, ANSP, CAA, etc.) using models developed within EATMA. As a result of such exercise, we should receive a baseline, so called "as is" architecture that represents the current state of the ATM system and ongoing projects in it.

Next step is to determine the most important directions of the development for the next years and analyse existing SESAR Solutions as candidates for the implementation according to the benefits that they are able to bring to the Ukrainian ATM system. However, it is necessary to involve as many interested parties as possible to ensure the completeness and consistency of the developed model of the Ukrainian ATM system.

Once the Solutions are selected, we need to define a roadmap and master plan for the implementation of them. The developed master plan (roadmap) will provide not

only the high-level view of what and how should be done but also explain why and by when to achieve the high-performing ATM system.

References

1. European ATM Master Plan, Executive View, Edition 2015. – Brussels, 2015.
2. European ATM Master Plan Level 3, Implementation View, Plan 2016. – Brussels, 2016.
3. European ATM Architecture (EATMA) Guidance Material v7. – Brussels, 2015.
4. <http://www.eurocontrol.int/services/enterprise-architecture-ea>
5. <http://www.atmmasterplan.eu/>

*Djakhangir Islamov, Senior lecturer
“Air navigation Systems” Department, “Engineering Systems”
Faculty, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent,
Uzbekistan)*

Why pilots don't want to go around?

Human factor plays an important role in flight safety. In this article, the importance of decision making in the situations, which calls to go around, is considered by using examples of accidents. Recommendations for pilots to improve flight safety are given.

A Go-Around is performed for safety reasons e.g. failure to acquire / loss of the required visual reference for a landing, sudden change in wind velocity detrimental to continuing an approach, evidence or advice of runway incursion and where an approach is unstabilised. One of the largest contributing factors to fatal accidents overall and to all runway excursion accidents, is the failure to successfully execute a go-around or and/or a failure to decision to go-around ^[1].

Who makes GA without hesitation, he is a professional pilot, I think, because who continue approach with hesitation and tries to land, probably has no extra mental capacity for managing aircraft flying in case of engine fire or something else. If it is happened, the situation can get to accident. Pilot should think about people on board, not only his or company's interest. Usually pilots don't want to go around, but going around is good professional decision even in hesitation situation.

An approach, which is making in dangerous condition sometimes finished with safe landing, it could brave pilots and be a reason making them confident for the next dangerous approach. Although there are some rules which recommend to execute a go around in such situations. The confidence, which is gathered after making several safe landings in dangerous situations, misleads pilots to consider the rules are not for them or they are too safety. But it is not true, because they can't be lucky all time during these approaches and there is no guarantee that all aircraft system or engines will work properly in these situations.

1) American Airlines (AAL) Flight 625^[2,3] was a scheduled flight from Providence, Rhode Island to Charlotte Amalie, St. Thomas, U.S. Virgin Islands, Harry S. Truman Airport, with a planned intermediate stop at New York. Since the accident, the airport has been renamed Cyril E. King airport. There were 81 passengers and 7 crewmembers (three flight crew and four cabin crew) on board the aircraft.

On arrival in the St. Thomas vicinity, the flight was cleared to fly a visual approach to runway 09. This was the only runway on which American Airlines allowed 727 landings at St. Thomas. This was directed by a 1971 company letter to Caribbean flight crews and American Airlines Operations Bulletin FM C-7. This was due to the runway being very short (4,650'), and because runway 09 was the only runway with an Instrument Landing System (ILS) approach.

At the time of the accident, the weather was reported as VFR, with scattered clouds at 2,500 feet, overcast at 12,000 feet, and the winds were 12 knots from 120

degrees with no gusts reported. This resulted in a 10-knot headwind component and a six knot crosswind from the right. With these winds, per American Airlines Operations Bulletin FM C-7, the captain would normally have flown the approach using a 40-degree flap setting (Flaps 40). However, in post-accident interviews, the captain said when he heard the winds were from the southeast, from his experience he assumed they would be gusty, and the Ops Bulletin allowed use of Flaps 30 "with strong or gusty winds." The captain ultimately chose to fly the approach using Flaps 30. Use of Flaps 30 increased the approach speed by four knots and the calculated landing distance by 300 feet. However, this was still well within the available runway.

Investigators determined that the pilot flew a stabilized approach with the aircraft on speed, and only a "shade below" glide slope at the approach end of the runway (corroborated by aircraft waiting to takeoff). During the landing flare, a wind gust rolled the aircraft slightly. During the correction, the aircraft "floated" down the runway until the second officer called that they were still high. At this point, per company guidance described above, a go-around should have been initiated. Instead, the captain forced the airplane onto the runway approximately 2,800' from the approach end (as indicated by tire marks), nearly 1,500 feet beyond the designated touchdown zone. This left 1,858 feet of runway and 500 feet of overrun remaining.

The investigation described the events after touchdown as follows. The captain decided that he could not stop the aircraft on the remaining runway, and he called for a go-around. He placed the throttles "straight up" per company procedure, but he did not believe that the engines were responding rapidly enough, so he shoved them full forward. He did not call for flaps to be moved to the go-around position (25 degrees). The first officer asked the pilot if he wanted Flaps 25, and the pilot called for Flaps 15, a takeoff flap setting. This was also not per procedure, so the first officer moved the flaps to the proper 25-degree go-around position. The captain then felt they were "not going anywhere" and realized they would not be able to do a successful go-around. He moved the throttles to idle and applied full brakes with 1,215 feet of hard surface remaining (runway and over-run). The speed brakes were not deployed, but the captain, in post-accident interviews, felt he may have gotten the engines into reverse thrust by the time the aircraft left the runway. Post-crash inspection showed both reversers were only partially deployed.

The airplane slid approximately 525 feet past the end of the overrun, clipping an antenna, going through the airport boundary fence, crossing a road, and coming to rest against a gas station.

The investigators determined that in this accident the pilot's awareness of the aircraft's position relative to the touchdown zone, and to the end of the runway, were paramount. In various company memos it was stressed that due to the short runway length the aircraft needed to touch down within 500 feet of the touchdown aim point, thus 1,000 - 1,500 feet from the threshold.

2)Garuda Indonesia Flight 200 (GA200/GIA 200)^[4-8] was a scheduled domestic passenger flight of a Boeing 737-400 operated by Garuda Indonesia between Jakarta and Yogyakarta, Indonesia. The aircraft overran the runway, crashed into a rice field and burst into flames while landing at Adisucipto

International Airport on 7 March 2007. Twenty passengers and one crew member were killed. Both the captain and the first officer survived.

The accident was investigated by the Indonesian National Transportation Safety Committee (NTSC). Australian Federal Police disaster victim identification experts were deployed to the scene to assist with the identification of bodies. Australian Transport Safety Bureau (ATSB) staff assisted at the scene by inspecting the wreckage. The United States' National Transportation Safety Board (NTSB) dispatched a team to assist in the investigation, including representatives from Boeing and the Federal Aviation Administration. The flight recorders (flight data recorder and cockpit voice recorder) were removed from the wreckage and flown to the ATSB's headquarters for further analysis using equipment not yet available in Indonesia. Staff in Australia could not extract data from the cockpit voice recorder, which was then sent to the Boeing factory in the United States to be analyzed.

After the crew members were interviewed, the wreckage was examined, flight data and cockpit voice recordings were analyzed, and a safety review of the airport was conducted. Indonesia's National Transportation Safety Committee released its final report on 22 October 2007. No evidence was found of any defect or malfunction of the aircraft or its systems that could have contributed to the accident. Records showed only the right thrust reverser had been used for the previous 27 sectors, but a fault condition for the left reverser was reset by engineers before departure for this flight, and both were deployed during the landing roll. The weather was calm. It was noted that the Yogyakarta Airport did not conform to international safety standards, having a runway runoff 60 meters in length, compared to the recommended length of 90 meters.

The key NTSC finding is that the aircraft was flown by the Pilot in Command (PIC) at an excessively steep descent and high airspeed (241 kts rather than the normal 141 kts) during the approach and landing, resulting in unstable flight. The PIC's attention became fixated on trying to make the first approach work, and he failed to heed the warnings of the copilot and his recommendations to abort the landing and go around, and the repeated warnings from the aircraft flight systems, which were audible in the voice recorder data, e.g. "Sink rate" and "Whoop whoop, pull up". The copilot failed to take control of the aircraft in these extraordinary circumstances, as required by airline policy, apparently due to inadequate training. Wing flaps were not fully extended to the maximum 40°, not even to the 15° repeatedly requested by the captain, but only to 5° because the copilot was aware that this was the recommended maximum for that high airspeed, but he failed to notify the captain.

The touchdown, followed by two bounces, began 240 m beyond the nominal touchdown zone. The nose landing gear was severely damaged and broke apart during the following roll. The main engine thrust reversers were deployed 4 seconds after the touchdown, continued for 7 seconds, but were stowed 7 seconds before the aircraft left the end of the paved runway and ploughed through the airport perimeter fence. About 160 meters beyond the end of the runway, the aircraft crossed a small ditch and adjacent road that is 1–2 m below the level of both the runaway and the rice paddy on the far side. The nose of the aircraft impacted the roadside embankment and the engines impacted the concrete curb just before that

embankment. The aircraft came to rest in the rice paddy field 252 meters beyond the runway. It was severely damaged by the impact forces, leading to an intense, fuel-fed fire. Airport fire-control vehicles were unable to reach the crash site through the ruptured fence because of the slope and ditch between there and the road. The firemen were unable to deliver sufficient fire suppression foam on the burning aircraft because the hose that they dragged across the road became punctured by rescue vehicles and onlookers' vehicles driving over it and sharp objects such as the damaged fence. About 45 minutes after the crash, two city fire fighting vehicles arrived and were ordered by an un-qualified person to start hosing the fire with water. The fire was extinguished about 2 hours and 10 minutes after the crash. Coordination and procedures during the rescue were not in accordance with the Airport Emergency Plan (AEP) manual, and lacked coherence.

In summary, the NTSC Report attributed the accident to pilot error.

As of March 1, 2007, Garuda Indonesia had implemented a new fuel efficiency incentive, which would award a salary bonus if fuel consumption for a flight was lower than nominal. During his interview with the NTSC, the captain denied that this had influenced his decision not to abort the landing.

Conclusion:

So pilots should know that airline companies don't need heroes but need professionals. Professionals are those who perform flights safe and effectively. For approving this conclusion there are a lot of accidents which were happened due to not go around when it's required.

Recommendations:

- a) Do not hesitate to execute go-around procedure if situation calls for that
- b) Remember that you are responsible for life of people on board
- c) It is good decision to proceed to alternate aerodrome and wait for better weather condition then make safe approach and landing in good condition

References

1. FSF Safety Digest - Killers in Aviation: Facts about approach and landing and CFIT accidents
2. "FAA Registry". Federal Aviation Administration.
3. Quiroga, Rodrigo (2012). "Chapter 7". Borges and Memory: Encounters with the Human Brain. MIT Press. pp. 101–102. ISBN 9780262304955.
4. "Indonesia crash survivors describe ordeal". swissinfo.org. Reuters. 7 March 2007. Archived from the original on 30 September 2007.
5. NTSC final report, section 1.2 "Injuries to persons", page 7
6. "Information on passengers of GA200". Garuda Indonesia. 7 March 2007.
7. "PK-GZC Garuda Indonesia Boeing 737-497 – cn 25664 / ln 2393". Planespotters. 9 March 2007. Retrieved 20 July 2007.
8. Accident description at the Aviation Safety Network. Retrieved on 9 March 2007.

Decision making in air navigation system as a socio-technical system

Analysis influences the factors of professional and non-professional activities on the decision-making. Modeling of bipolar choice of operator Socio-Technical systems for using of reflexion theory. Choosing in the direction of positive, negative pole, a mixed choice and forecasting of development of the situation.

Air Navigation System (ANS) in conformity to the principles of functioning may be referred to Socio-Technical systems (STS) within which close co-operation between human and technological components occurs [1]. The distinguishing feature of the STS is availability of the hazardous kinds of activity as well as usage of the high-level technologies in production. Since operations in STS generally involve high-risk / high-hazard activities, the consequences of safety breakdowns are often catastrophic in terms of loss of life and property [1]. The more a Human-operator (H-O) is trying to control a production process being aided by high level technologies, especially in case of distant operation, the more non-transparent becomes the result of the operation of a system, which is accompanied by a high degree risk of causing catastrophic out-comes [2]. Most investigations were conducted with a view to provision of safety in nuclear power production [3; 4]. In the ANS provision of safety is rather actually with the aim of prevention threats on the operational level, for example in the event of technical equipment damage or maintenance personnel faults [5, 6]. The provision of flight safety in the ANS by means of high level technological processes depends pri-marily on reliability of a H-O as well as his timely professional decisions. The purposes of the work are decomposition of the process of DM by H-O ANS, systemic analysis and formalization of the influence of the factors on the DM within ANS treated as complex STS; working-out of models DM by H-O; to diagnose the properties of the operator for all factors and forecasting of situations; working-out of a computer program for Decision Support Systems (DSS) of H-O in unusual situations.

Analysis of influence of the factors of professional and non-professional activities on the DM in Air Navigation System Socio-Technical systems (ANSTS) was made [5]. Decomposition of the process DM by H-O ANS and the systemic analysis of factors which affect the DM by H-O in ANS. In order to take into account the complex of the factors that influences H-O of the ANSTS in the expected and unexpected conditions of operation of an aircraft (AC) a Reflexive Model of bipolar choice of H-O has been worked out (fig. 1). In the informational processor of the reflexive intuitive selection of H-O is selected in the directions of positive pole A, negative pole B; mixed selection AB according of *reflexion theory* [5]. The choice of H-O ANS is described by the function:

$$X = f(x_1, x_2, x_3), \quad (1)$$

where X – is probability, that H-O is ready to choose a positive pole A in the reality; x_1 – is a pressure of the *environment* on H-O toward positive alternative at

the moment of the choice, $x_1 \in [0, 1]$; x_2 – is a pressure of the *previous experience* of H-O toward positive alternative at the moment of the choice, $x_2 \in [0, 1]$; x_3 – is a pressure of the *intention* of H-O toward positive alternative in moment of the choice, $x_3 \in [0, 1]$.

Verified the reflexion theory, i.e. unexpected emergency situations H-O performs automatic selection influenced by previous experience (x_1) and environment (x_2). In expected emergency situations H-O has influenced the choice of the intention (x_3) of the H-O.

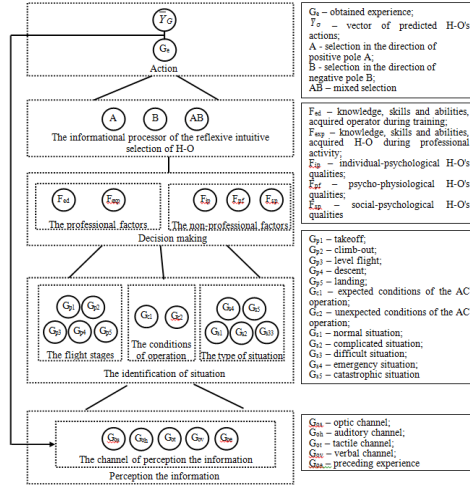


Fig. 1. The model of DM by H-O ANS

The alternative solution B - is the choice of H-O, which is determined by H-O preferences system under which any form of arrangement of F -set is understood, i.e., removing the uncertainty of choice of some element $f^* \in F$ on the basis of selection rule K . A selection of a rule K shows the concept of a rational behaviour of individual γ and his preferences system ρ in a particular situation of choice

$\mathcal{A} \rho \xrightarrow{K}$. The H-O ANS preferences system are influenced by professional \bar{F}_p and non-professional \bar{F}_{np} factors:

$$\bar{F}_p = \bar{F}_{ed}, \bar{F}_{exp} \quad (2)$$

$$\bar{F}_{np} = \bar{F}_{ip}, \bar{F}_{pf}, \bar{F}_{sp} \quad (3)$$

where \bar{F}_{ed} – are knowledge, skills and abilities, acquired H-O during training; \bar{F}_{exp} – are knowledge, skills and abilities, acquired H-O during professional activity; $\bar{F}_{ip} = \mathcal{A}_{ip}, f_{ipa}, f_{ipp}, f_{ipth}, f_{ipi}, f_{ipn}, f_{ipw}, f_{iph}, f_{exp}$ – is set of H-O individual-psychological factors (temperament, attention, perception, thinking,

imagination, nature, intention, health, experience); \overline{F}^{pf} – is set of H-O psycho-physiological factors (features of the nervous system, emotional types, sociotypes); $\overline{F}^{sp} = \{f_{spm}, f_{spe}, f_{sps}, f_{spp}, f_{spl}\}$ – is set of H-O socio-psychological factors (moral, economic, social, political, legal factors).

For example, for using Expert Judgment Method obtained the preferences system of the pilot on the set of individual-psychological factors \overline{F}^{ip} , which reflect the objective characteristic of DM and thinking psychology of H-O [5]: he is guided by a action, in cases of normal (4) and catastrophic situations (5):

$$(f_{iph}, f_{exp}) \succ f_{ipa} \succ f_{ipw} \succ f_{ipt} \succ f_{ipi} \succ f_{ipp} \succ f_{ipth} \succ f_{ipn}, \quad (4)$$

$$(f_{iph}, f_{exp}) \succ (f_{ipt}, f_{ipp}) \succ f_{ipa} \succ f_{ipw} \succ f_{ipth} \succ f_{ipi} \succ f_{ipn}, \quad (5)$$

where f_{iph} – is health; f_{ipexp} – is experience; f_{ipa} – is attention; f_{ipw} – is intention; f_{ipt} – is temperament; f_{ipi} – is imagination; f_{ipp} – is perception; f_{ipth} – is thinking; f_{ipn} – is nature.

In both cases, the most significant factors are the health and experience. During a flight situation development towards catastrophe such factors such as temperament and ability to perceive information are getting much more significant role. Other individual-psychological factors remain unchanged. The priority of economics and social factors in result of influence of socio-psychological factors on the professional activities of military pilots and navigators (fig.2).

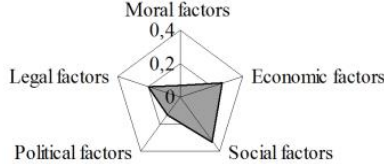


Fig. 2. The influence of socio-psychological factors on the professional activities of military pilots and navigators

The structural analysis of developing flight emergencies (FE) and DM by aircraft (AC) crew and air traffic controller in FE with the aid of decision tree enabled to obtain such results: graphical-analytical models of FE development and DM by a H-O (controller, pilot) in FE [5, 7]; stochastic models type GERT network (Graphical Evaluation and Review Technique), decision trees and Markov chains [10, 14, 15]; reflexive models of bipolar choice in FE under the influence of external environment, previous experience and intentional choice by H-O.

Decision making by H-O in flight emergencies (FE) under certainty for using the network analysis of the actions of an AC crew and an ATC in FE with the aid of the network planning methods gave a chance to obtain [5, 7]: structural-time table of the actions taken by H-O (controller, pilot) in FE; network graph of taking the actions by a H-O (controller, pilot) in the FE; critical time of taking the actions

by a H-O (controller, pilot) in the FE. Determined models for a H-O (controller) are presented on fig. 3, which were obtained in accordance with the adopted technologies of controller’s work ASSIST (Acknowledge, Separate, Silence, Inform, Support, Time).

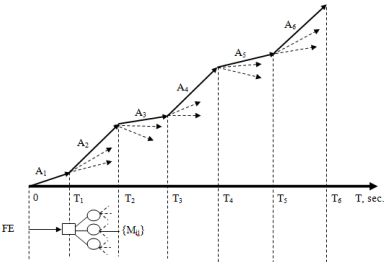


Fig. 3. The network graph of carrying out the actions by an air traffic controller in the ANS

For example, DM in ACFT Decompression (Table 1, fig 4). From the graph we define the critical way: Wcr = A1 – A2 – A6 – A7 – A8 - A9. And critical time for operations execution: Tcr = 72seconds.

Table 1

Timely structural table of ATC actions				
№	Actions	ATCO actions	Support	Time, s
1.	A1	ACFT Decompression	x	25s-1m
2.	A2	Confirm request for immediate descend and decompression	A1	8
3.	A3	Divert ACFT from previous route	A1, A2	10
4.	A4	Clear airspace beneath the ACFT	A2,A3	5
5.	A5	Ask for the crews' intentions	A1	25
6.	A6	Silence Mode	A1,A2	5
7.	A7	Inform Emergency services and all concerned ATC units about emergency	A1,A5,A6	15
8.	A8	Provide priority landing on nearest airport	A1,A5,A7	5
9.	A9	Give all necessary advice (heading, weather, frequency etc.)	A8	8

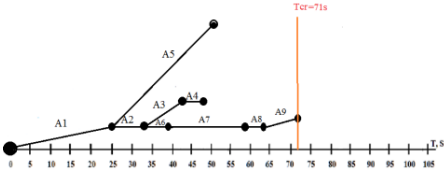


Fig. 4. The network graph of carrying out the actions by an air traffic controller in DM in “ACFT Decompression”

The network analysis of the actions of an AC crew and air traffic controller in the flight emergencies has been made with the aid of the network planning methods; also the logic determined models DM by H-O ANS in FE have been developed.

Conclusion

The ANS is presented as a complex socio-technical system. The influence on the DM by H-O of the ANS of the professional factors (knowledge, skills, abilities, experience) as well as the factors of non-professional nature (individual-psychological, psycho-physiological and socio-psychological) has been defined. On the basis of the reflexive theory of bipolar choice the expected risks of DM of the ANS's operator have been studied and the influence of external environment, previous experience and intention of the H-O has been identified.

The methods for analysis of DM by the H-O in ANS using stochastic networks have been developed. The results of evaluation of non-professional factors are determine the influence of social factors on the H-O by defining preferences; diagnostics of individual psychological qualities of the H-O ANS in the situation; monitor the emotional state of the H-O ANS for the timely diagnosis of potentially dangerous transition of mental activity and determine the stability of the ANS by professional activities.

References

1. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual. – First Edition. – Doc. 9806-AN/763. – Canada, Montreal: International Civil Aviation Organization, 2002. – 138 p.
2. Cross-Cultural Factors in Aviation: circular Human Factors Digest. – №16 // Circ. ICAO 302-AN/175. – Canada, Montreal, ICAO, 2004. – 52 p.
3. Bertsch V. Sensitivity Analyses in Multi-Attribute Decision Support for Off-Site Nuclear Emergency and Recovery Management / V. Bertsch, M. Treitz, J. Geldermann, O. Rentz // International Journal of Energy Sector Management. – 2007. – Vol. 1. – Iss: 4. – P. 342-365.
4. Flueller T. Decision Making for Complex Socio-Technical Systems: Robustness from Lessons Learned in Long-Term Radioactive Waste Governance (Environment & Policy) / T. Flueller. – Springer, 2006. – 392 p.
5. Decision-making in socio-technical systems: monograph / V.P.Kharchenko, T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda. – Kyev: NAU, 2016. – 308 c.
6. Lefebvre Vladimir. Functions of Fast Reflexion in Bipolar Choice [Text] /Vladimir Lefebvre, J. Adams-Webber // Reflexion processes and operations. – 2001. – №1. – July-December. – T. 1. – P. 34-46.
7. Strategic Imperatives and Core Competencies in the Era of Robotics and Artificial Intelligence Chapter 9. Decision-Making Models of the Human-Operator as an Element of the Socio-Technical Systems / Nina Rizun, Tatyana Shmelova. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2016. – P. 167-204

*T. Shmelova, Doctor of Science
M. Mirskova, D.Krepak
(National Aviation University, Ukraine)*

Decision making in emergency situation of air navigation system's operator

The network analysis of the actions of an AC crew and air traffic controller in the flight emergencies has been made with the aid of the network planning methods; also the logic determined models Decision Making by human-operator in flight emergencies have been developed. The numerical indices of an expected risk in the stochastic models Decision Making by human-operator of Air Navigation System as Socio-Technical Systems have been defined.

Air Navigation System (ANS) in conformity to the principles of functioning may be referred to Socio-Technical Systems (STS) within which close co-operation between human and technological components occurs [1]. The distinguishing feature of the STS is availability of the hazardous kinds of activity as well as usage of the high level technologies in production. Since operations in STS generally involve high-risk / high-hazard activities, the consequences of safety breakdowns are often catastrophic in terms of loss of life and property [1]. The more a human-operator (H-O) is trying to control a production process being aided by high level technologies, especially in case of distant operation, the more non-transparent becomes the result of the operation of a system, which is accompanied by a high degree risk of causing catastrophic outcomes [2].

One of the most flight emergencies (FE) are common causes of catastrophic engine failure that we see is loss of oil and loss of oil pressure. When we examine these failures, a common thread that we hear from the pilot is that they notice a drop or reduction on the oil pressure, but the engine seemed to be operating normally so they continued flying, not recognizing the seriousness of their situation [3].

For the formalization of the behavioural activity of H-O ANS in flight situations those models seem to be suitable which present the process of appearance of separate preconditions and their development into the causal chain of events in the form of proper diagrams of causal-consequential relations. Nowadays the most widely spread are the diagrams in the form of different graphs (or current states and transitions), trees of events as well as functional networks of stochastic structure [4, 5]. The structural analysis of developing FE and Decision Making (DM) by aircraft (AC) crew and air traffic controller in FE with the aid of decision tree enabled to obtain such results: graphical-analytical models of FE development and DM in certainly, in Risk and Uncertainty by a H-O (controller, pilot) in FE.

The purposes of the article are working-out of models DM by H-O in ANS, Decision Making under Certainty, Decision Making under Risk and Decision Making under Uncertainty.

Decision Making under Certainty. Determined models for a H-O (controller), which were obtained in accordance with the adopted technologies of

controller's work ASSIST (Acknowledge, Separate, Silence, Inform, Support, Time) [6]:

- *Acknowledge* the call; get the squawk.
- *Separate* the aircraft from other traffic. Give it space to manoeuvre.
- *Silence* - on the frequency. Provide separate frequency where possible - this prevents unnecessary clutter for the pilots.
- *Inform* those who need to know and those who can help; inform others as appropriate.
- *Support* the pilots in any way possible - Start to think of alternative routings, etc.
- *Time* - Give the pilots time to collect their thoughts, don't harass them for information.

Technology of work performance by operational procedures (OP) by air traffic controller (ATC) in accordance with "ASSIST" "Low oil pressure" in structural-timing table. The time of operations t was obtained by using experts from students – ATC (table 1).

Table 1
Structural-timing table DM of ATCO in EF "Low oil pressure"

№	OP	Description	Support	Operation time, t , sec
1.	a_1	Obtain information about low oil pressure	-	5
2.	a_2	Acknowledge the low oil pressure	a_1	5
3.	a_3	Ask for the crews' intentions	a_1, a_2	20
4.	a_4	Separate the aircraft from other traffic	a_3	20
5.	a_5	Report supervisor about the problem	a_3	15
6.	a_6	Inform landing aerodrome	a_2, a_3	10
7.	a_7	Clear runway according to local instructions	a_5	10
8.	a_8	In case of outside landing, record last know position and time	a_5	15

Algorithm

of DM by H-O in emergency situation

1. To choose emergency situation from ASSIST list .
2. Technology H-O (ATCO) actions (OP) in emergencies situation (ES).
3. Decomposition of technology on OP:
4. To build algorithm block-scheme.
5. Definition of time with help of method of experts' estimates.
6. Determine the experts' group opinion (sample average, arithmetical mean)
 - $t_{grj} = t_{middle}$
 - Determine the coordination of experts' opinion for
 - :
 - Dispersion for each factor - D_j

- Square average deviation – σ_j
 - Coefficient of the variation for each $t - v_j$. To build structural-timing table.
7. To build the network graph of taking the actions by a H-O (ATCO) in the ES
 8. Determine the critical time of complex work - T_{cr}
 9. Determine the *critical path* of performance of complex work.

According this technology the block-scheme of algorithm is following (fig.1)

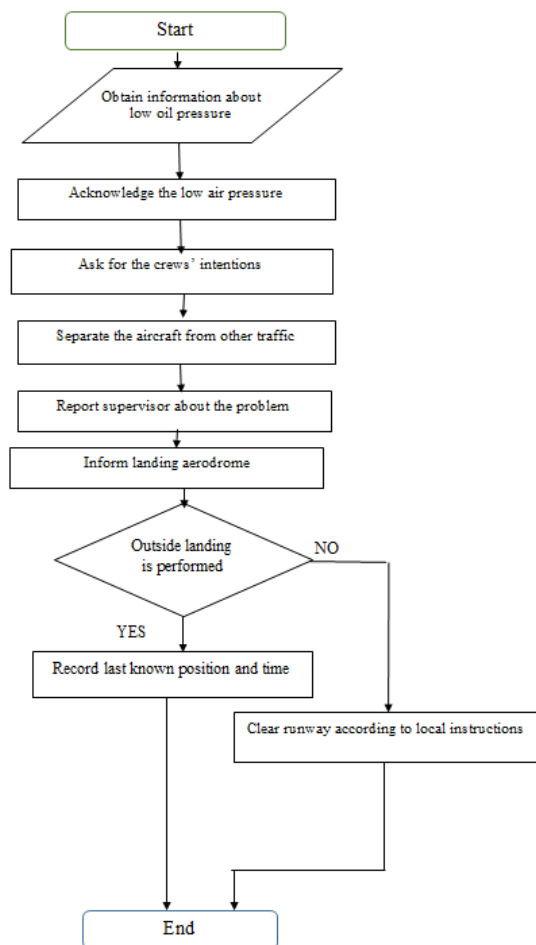


Fig.1 Block-scheme of algorithm DM in EF “Low oil pressure”

In results, we get next calculated measures of calculations (table 2).

To build the network graph of taking the actions by a H-O (ATCO) in the ES on fig.2 . As a result, we obtained the critical time $T_{cr_{min}}=60\text{sec}$ on DM in EF “Low oil pressure” and way of DM: a1, a2, a3, a5, a7, a8.

Table 2

Definition of time					with help of method of experts' estimates			
OP	Expert 1	Expert 1	Expert 1	Expert 1	Calculations			
a ₁	1	2	3	4	Rgr	D	Dev	Var,%
a ₂	5	5	5	5	5	0	0	0
a ₃	5	7	3	5	5	4	2	40
a ₄	20	25	15	20	20	25	5	25
a ₅	20	30	15	15	20	75	8,66	43,30
a ₆	15	20	15	10	15	25	5	33,33
a ₇	10	10	7	8	8,33	2,33	1,52	18,33
a ₈	10	5	15	10	10	25	5	50
	15	20	10	15	15	25	5	33,33

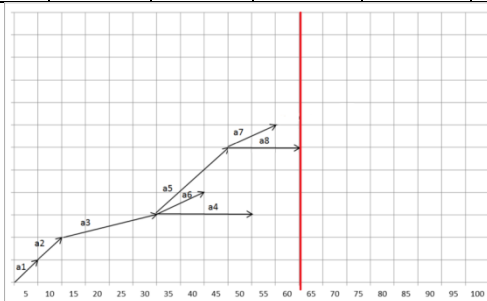


Fig.2 The network graph of DM in EF “Low oil pressure”

Decision Making under Risk. In this part of our work we have to cope with calculation risks during such emergency situation. It will be suitable to build a risk tree according to this task. All these values are estimates with help of method of expert's estimates (fig.3). We always should choose less risk, so we have to choose R_3 . As a result of our calculation we get, that the best option in such emergency is to land at the aerodrome, not outside landing ($R_{min}=7,4$).

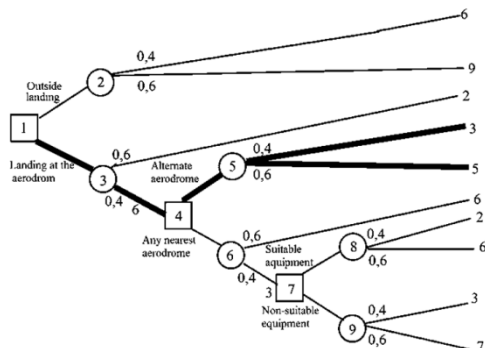


Fig.3 Solution of decision tree

Decision Making under Uncertainty for using of criteria Vald, Hurwitz, Laplace and Savage. Result of DM in table 3. We define a set of factors that influence the decision $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$: λ_1 - Availability fuel on board; λ_2 - Remoteness; λ_3 - TC RWY; λ_4 - Weather conditions; λ_5 - The lighting system approach; λ_6 - System approach; λ_7 - The navigation aids.

Table 3

Solution of DM in Uncertainty

N	A	Factors							Calculation			
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	V	L	H	S
A ₁	Landing at the aerodrome	4	7	9	6	7	9	8,00	4,00	7,14	6,5	5
A ₂	Outside landing	8	4	5	8	1	5	1,00	1,00	4,57	4,5	7

According to obtained matrix we see that decision making in uncertainty gives us balance in our relation what to do next. For all four criteria: Vald, Hurwitz, Laplace and Savage we have the same results. In our case maybe subjective opinion will play a role as the continuing flight and performing landing at the aerodrome.

Conclusion

During performing this work, we investigated such theme as decision making by ATC in emergency situations. The ANS is presented as a complex socio-technical system. The network analysis of the actions of an AC crew and air traffic controller in the flight emergencies has been made with the aid of the network planning methods; also the logic determined models DM by H-O ANS in FE have been developed. The numerical indices of an expected risk in the stochastic models DM by H-O ANS under Risk and Uncertainty have been defined.

References

1. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual. – First Edition. – Doc. 9806-AN/763. – Canada, Montreal: International Civil Aviation Organization, 2002. – 138 p.
2. Cross-Cultural Factors in Aviation: circular Human Factors Digest. – №16 // Circ. ICAO 302-AN/175. – Canada, Montreal, ICAO, 2004. – 52 p.
<http://aviationengines.com.au/tech/oilpressureloss.html>
3. Decision-making in socio-technical systems: monograph / V.P.Kharchenko, T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda. – Kyev: NAU, 2016. – 308 c.
4. Strategic Imperatives and Core Competencies in the Era of Robotics and Artificial Intelligence Chapter 9. Decision-Making Models of the Human-Operator as an Element of the Socio-Technical Systems / Nina Rizun, Tatyana Shmelova. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2016. – P. 167-204
5. Guidelines for Controller Training in the Handling of Unusual/Emergency Situations. – EUROCONTROL, 2003. – 50 p

Tetiana Shmelova,
Olena Shostak
(National Aviation University, Ukraine)

Stability of aviation ergatic system in terms of LOSA

Threats are external situations that must be managed by the cockpit crew during normal, everyday flights. Such events increase the operational complexity of the flight and pose a safety risk to the flight at some level. The research of obtaining the real characteristics of the emotional state of human-operator without interference in ergonomic conditions of operator activity is required.

The nature of the aeronautical systems operator's work depends on the dynamic properties of the control object and all links included in the system; laws of control, tools of coding information, type of the tasks assigned to the operator: external work conditions and, finally, the physiological features and capabilities of the operator.

Research in worldwide practice to determine changes in the emotional state of Human-Operator (H-O) in aviation ergatic system (AES) are mostly held by direct measurements of physiological characteristics, such as heart rate, blood pressure, tremors of hands, perspiration, changes in iris, etc., which are applying the appropriate medical equipment, sensors [1]. Such studies of the H-O physical condition have practical value, but it is difficult to obtain measurements of actual emotional state H-O during execution of professional duties, particularly in aviation accident, incident, and in-flight situation.

The most common means of assessment of the pilot is piloting parameters (deviation ailerons, rudder direction, etc.) and negotiations on the flight deck, i.e. radio communications between the pilot and controller. More available for investigation are piloting parameters, recorded with modern means. The pace and range of motion of the pilot during controlling the air vehicle that changes with increasing emotional stress is an indicator of emotional state [2].

Line Operations Safety Audit (LOSA) is a tool for collecting safety data during normal airline operations [3]. Monitoring routine operations, the cornerstone of the LOSA process, addresses an important aspect of safety auditing, namely, that risks and human error can never be completely eliminated.

Accident investigation concentrates on failures, which are important for discovering major breakdowns in the system, but failures are rare events. Self-reporting of incidents and potential hazards preceding major accidents can be limited because personal biases about behavioral norms may result in overlooking significant actions, and there are always concerns about professional consequences.

LOSA complements other safety-data-collection systems such as flight-data monitoring and voluntary reporting [4]. It involves the collection of data by trained observers during routine flights to determine how flight crews detect, manage and mismanage threats and errors — has been endorsed by the International Civil Aviation Organization (ICAO) as a tool for monitoring normal flight operations and developing countermeasures against human error.

Any typical routine flight — a normal process — involves inevitable, yet mostly inconsequential errors (selecting wrong frequencies, dialing wrong altitudes, acknowledging incorrect read-backs, mishandling switches and levers, etc.) Some errors are due to flaws in human performance while others are fostered by systemic shortcomings; most are a combination of both. The majority of these errors have no negative consequences because operational personnel employ successful coping strategies and system defenses act as containment net. In order to design remedial strategies, the aviation industry must learn about these successful strategies and defenses, rather than continue to focus on failures, as it has historically done [5].

Periodic monitoring of routine flights indirectly involves measurement of all aspects of the system, allowing identification of areas of strength and areas of potential risk.

In the past, safety analyses in aviation have viewed human error as an undesirable and wrongful manifestation of human behavior. However, it has been proven, in practical terms, a fundamental concept of cognitive psychology: error is a normal component of human behavior. Regardless of the quantity and quality of regulations the industry might promulgate, the technology it might design, or the training people might receive, error will continue to be a factor in operational environments because it simply is the downside of human cognition. The issue with error in aviation is the fact that negative consequences may be generated in operational contexts. This is a fundamental point in aviation: if the negative consequences of an error are caught before they produce damage, then the error is inconsequential. In operational contexts, errors that are caught in time do not produce negative consequences and therefore, for practical purposes, do not exist. Countermeasures to error, including training interventions, should not be restricted to avoiding errors, but rather to making them visible and trapping those before they produce negative consequences. This is the essence of error management: human error is unavoidable but manageable.

Error management is at the heart of LOSA and aims — through changes in design, certification, training, procedures, management and investigation — at defining operational contexts, including buffer zones or time delays between the commission of errors and the point in which error consequences of errors. The more resistant the buffer or the longer the time delay, the stronger the intrinsic resistance and tolerance of the operational context to the negative consequences of human error. Operational context should be designed in such a way that allows front-line operators second chances to recover from the consequences of errors.

In making an analogy with automatic control theory, human performance can be considered as falling into three bands: a “green band”, a “yellow band” and a “red band” [5]. Within the “green band”, the operational context demands are low. Task and situational factors are compatible with cognitive resources, operational personnel make the fewest errors and, as indicated by the high recovery rate, the operational personnel have ample cognitive resources in reserve to recover from the negative consequences of errors, so such system will be stable (Fig.1, a). Task and situational factors put human performance into the “yellow band” when the operational context demands increase and become more complex and, consequently, errors increase in number and the recovery rate decreases, such system will be

considered as system the is being on the edge of stability (Fig.1, b). As operational context demands continue to increase and eventually peak, task and situational factors force human performance into the “red band”. In this band, the number of errors sharply jumps and the recovery rate dips to a point at which cognitive control is lost. At this point, cognitive resources are no longer available to cope with situation at hand; the mental “batteries” are totally depleted; system stability has been lost (Fig.1, c).

Timely identification of emotional state pilot flying in extreme conditions , as well the system stability itself, prevents the development of catastrophic situations.

Algorithm of determination of “H-O -Aircraft” ergatic system stability

1. Amplitude and phase characteristics of the open-loop system:

$$W_{\text{pas}}(jw) = W_{\text{pas}}^*(jw) e^{-\tau jw} = A(w) e^{j(\phi(w) - w\tau)} = U(w) + jV(w)$$

2. The real part $U(w)$:

$$U(w) = \frac{-9,625w^2}{0,05w^6 + 3,25w^4 + w^2}.$$

3. The imaginary part $V(w)$:

$$V(w) = \frac{1,225w^3 - 5w}{0,05w^6 + 3,25w^4 + w^2}.$$

5. Amplitude-frequency response of open-loop system $A(w)$:

$$A(w) = \sqrt{U^2(w) + V^2(w)}.$$

6. The phase-frequency characteristics, $\phi(w)$, rad:

$$\phi(w) = \arctg \frac{V(w)}{U(w)} = -\arctg T_0 w.$$

7. The phase-frequency characteristics, $\phi(w)$, deg.: $\phi'(w) = -180^\circ - \phi(w)$.

8. Delay, rad: $\tau w = 0,15w$, where $\tau = 0,15$ s.

9. Delay, deg.: $\tau w = 0,15w$, where $\tau = 0,15$ s.

10. Angle delay in polar coordinates: $\phi''(w)$, deg.:

$$\phi''(w) = \phi'(w) + \tau w = -180^\circ - \phi(w) + \tau w = -180^\circ - \phi(w) + 0,15w.$$

11. Module $\phi''(w)$, deg.

12. Module $\phi''(w)$, rad.

13. The real part of Nyquist hodograph (with delay):

$$U''(w) = A(w) \cdot \cos[\phi''(w)].$$

14. The imaginary part of Nyquist hodograph (with delay):

$$V''(w) = A(w) \cdot \sin[\phi''(w)].$$

14. Nyquist hodograph by type of mental activity to diagnose emotional state H-O and definition of stability AES emotional experience during deformation (Fig. 1, d): spontaneous KD(D1)=0,69; emotional KD(D2)=3,19; reasonable KD(D3)=1,66.

Monitoring of H-O current emotional state and diagnostics of emotional experience deformation in the form of transition to dangerous types of H-O activity (reasonable or emotional) in extreme situations and determining the functional stability of H-O will allow time to prevent the development of flight situation [8,9].

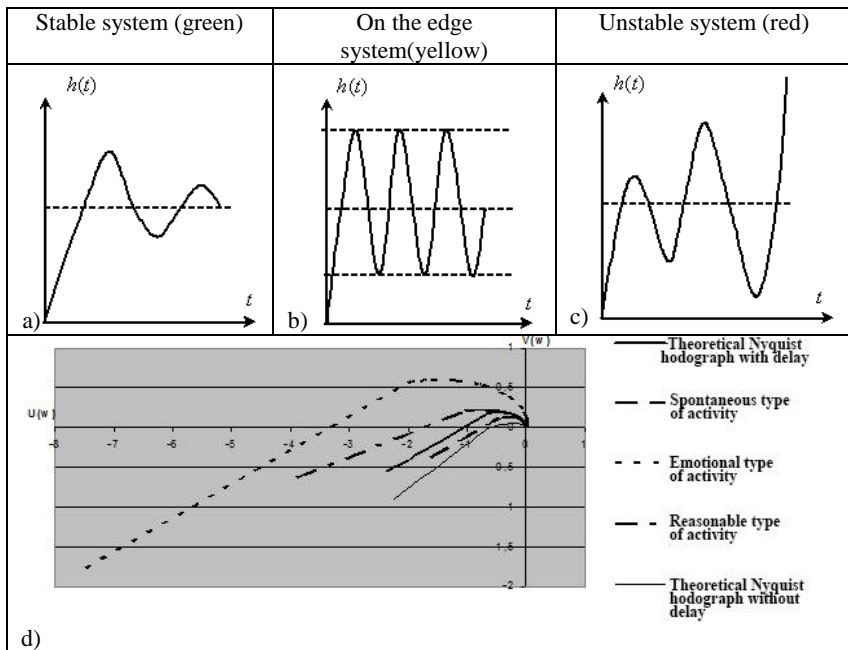


Fig.1 System stability (a, b, c, d)

LOSA generates the information necessary for organizations to define the “green band” of safe operations in the human performance envelope.

There is emerging consensus within the aviation industry about the need to adopt a positive stance and anticipate, rather than regret, the negative consequences of human error in system safety. The way to achieve it is by pursuing innovative approaches rather than updating or optimizing methods from the past.

A computer program "Diagnosis of human-operator emotional state" for data collection about crew's work, analysis of H-O actions and forecasting its ergatic stability, which is designed for rapid determination of pilot emotional experience deformations [10, 11, 12].

Conclusion

Monitoring of current emotional state of H-O and diagnostics emotional experience deformations in the forms of transitions to dangerous types of H-O activities (reasonable or emotional) in extreme situations and determining the functional stability of H-O will allow timely prevent the flight situation towards worsening. The proposed method [11] will allow diagnosing and predicting possible human-operator actions in emergency situations. This method can have a significant interest for airlines seeking to achieve high quality monitoring within the program LOSA.

Also it is proposed for usage within LOSA safety audits in order to create the database operations in real flight crews [1]. Also, this method can be applied during operators' simulator training.

References

1. Базлев Д.А. Концепция построения бортовой информационно-экспертной системы поддержки действий летчика в особых ситуациях полета / Д.А. Базлев, В.Н. Евдокименков, Н.В. Ким, М.Н. Красильщиков // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2007. – №1. – С.15–20.
2. Денисов В.Г. Инженерная психология в авиации и космонавтике / В.Г. Денисов, В.Ф. Онищенко. – М.: Машиностроение, 1972. – 316 с.
3. The Line Operations Safety Audit Program: Transitioning From Flight Operations to Maintenance and Ramp Operations – Washington, DC 20591: Federal Aviation Administration, 2011. – 20 p.
4. Line Operations Safety Audit (LOSA) Provides Data On Threats and Errors, Flight Safety DIGEST – Vol. 24 No. 2. – Flight Safety Foundation, – 2005. – 36 p.
5. Line Operations Safety Audit (LOSA)/ Doc 9803-AN/761. – 1-st Edition. – Canada, Montreal: International Civil Aviation Organization, 2002. – 58 p.
6. Лейченко С. Д. Человеческий фактор в авиации: моногр. / С. Д. Лейченко, А. В. Малышевский, Н.Ф. Михайлик. – Кировоград: ИМЕКС, 2006. – 512 с.
7. Швец В. А. Анализ состояния аварийности гражданских воздушных судов Украины за период 1998-2007 гг. / В. А. Швец, О. Н. Алексеев. – К.: Госавиаадминистрация, 2008. – 83 с.
8. Shmelova T. System for Monitoring External Pilot Emotional State during UAV Control / T. Shmelova, O. Shostak // Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APPUAVD). 2015 IEEE 3d International Conference. Kyiv, 13-15 October 2015: Proceeding. – P.332-336.
9. Shmelova T. Models of personality and activities of Remotely Piloted Aircraft System's operator / T. Shmelova, Y. Kovaljov, V. Shostak // 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2016). 2016 IEEE 4d International Conference. Kyev, 18-20 October 2016.: Proceeding. – P.121-125
10. Харченко В.П. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи: монографія / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда. – Кировоград: КЛІА НАУ, 2012. – 292 с.
11. А.с. Комп'ютерна програма «Діагностика емоційного стану людини-оператора»: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №43526 від 28.04.2012 р. / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда, С.О. Астаф'єв.
12. Шмельова Т.Ф. Метод діагностики поточного емоційного стану пілота в польоті / Т.Ф. Шмельова, О.В. Шостак, В.В. Шишаков, М.В. Васильєв // Вісник Інженерної академії України. – 2014. – №3-4. – С.147-153.

*Yu. V. Sikirda, Candidate of Engineering, Associate Professor
D.O. Tkachenko, Postgraduate Student
(Kirovohrad Flight Academy of the National Aviation University, Ukraine)*

Evaluation of the organizational factors influence on flight safety in air traffic control

The results of expert survey, the main focus of which was to evaluate the level of danger of organizational groups of factors in air traffic control, have presented. The groups of organizational factors with the highest and the lowest rate of influence on flight safety in air traffic control have determined on the basis of obtained coefficients of significance.

Aviation is considered to be the safest way of transportation and one of the safest socio-technical operational systems in human history. It took only one hundred years for it to develop from unstable system to the first “ultrasafe” one in terms of safety in history of transportation. That means such system, in which catastrophic failure rate is less than one per one million operational cycles [1].

Elimination of aviation incidents and accidents remains the final goal of human activity in aviation safety, but problem is that aviation systems cannot be completely free of dangerous factors and risks associated with them. None of the human activities or created by human systems activities are free of operational errors and its consequences [2].

Thus, safety is a dynamic characteristic of aeronavigation system, with the help of which risk factors for safety should steadily decrease. It is important to mention that adoption of efficiency indices of ensuring safety is frequently influenced by international and local regulations, as well as by cultural features [3]. As long as risk factors for flight safety and operational issues are under reasonable control, it is easy to operate such open and dynamic system as civil aviation as well as to find a balance between flight performance and safety requirements for passengers and their baggage [2].

From the beginning of «organizational era» (early 1990-th – nowadays) flight safety has been considered systematically, taking into account organizational, human and technical factors. Also at that date, a notion «aviation incident/accident because of organizational reasons» appeared in aviation, taking into account impact of organizational culture and politics on the control systems efficiency for flight safety risk factors. The «Swiss Cheese Model» by James T. Reason shows that significant role in the incidents causation belongs to organizational and management factors [2].

In order to determine hazardous factors of organizational character which have a major influence on flight safety in air traffic control, the expert survey among 30 area air traffic controllers in L'viv regional branch of UkSATSE has performed [4]. The questionnaire with main eight groups of organizational factors has created (table 1).

Table 1

Groups of organizational factors in air traffic control

Group number	Group name	Group description
1	Operational environment	Factors, connected with physical environment (temperature, air circulation, illumination, level and timing of noise, atmospheric pressure etc).
2	Procedures and manuals	Factors, associated with adequacy/inadequacy of procedures/manuals, failure to comply or possibility/impossibility of compliance with them.
3	Engineering procedures and maintenance	Factors, connected with work of engineers, including routing technical checks and equipment maintenance after the failure. In addition, procedures of design, installation and implementation of new equipment.
4	Cooperation between air traffic control sectors	Factors, relating to the technical aspects of system operations between air traffic control sectors as well as between adjacent air traffic control systems (compatibility of coordination procedures, Letters of Agreement, acceptance of information from other sources).
5	Air traffic control systems and equipment	Factors, associated with work of the hardware, software and its compatibility.
6	Infrastructure	Factors, connected with aerodrome (physical parameters, configuration of maneuvering areas, restriction zones) and environmental layout.
7	Airspace structure	Factors, relating to classification of airspace structure, route network, capacity, configuration of sectors.
8	Company management and structure	Factors, connected with the style of company management at all levels, company ethics.

Each expert filled the matrix of individual preferences. With the help of the pairwise comparison method and ranking method the significance rank of each group of factors according to individual expert's priorities has determined. Next step was to form the group preferences matrix and to obtain the average index of the group of experts concerning each group of organizational factors R_{gri} and rank of each group R'_{gri} . The competences of experts have considered being equal. Two stages of questioning have performed in order to achieve the agreement among professionals regarding level of influence on safety by each group. Level of significance of each group of organizational factors has described with weight coefficients w_i .

As a result of performed air traffic controllers' expert survey, the following order of groups of organizational factors depending on the level of their influence on flight safety has achieved (from the most significant one to the least significant one):

1. Air traffic control systems and equipment ($R_{gr5}=2,63$; $R'_{gr5}=1$; $w_5=0,22$).

2. Cooperation between air traffic control sectors ($R_{gr4}=3,12$; $R'_{gr4}=2$; $w_4=0,19$).
3. Procedures and manuals ($R_{gr2}=3,5$; $R'_{gr2}=3$; $w_2=0,17$).
4. Airspace structure ($R_{gr7}=3,98$; $R'_{gr7}=4$; $w_7=0,14$).
5. Infrastructure ($R_{gr6}=4,38$; $R'_{gr6}=5$; $w_6=0,11$).
6. Engineering procedures and maintenance ($R_{gr3}=5,27$; $R'_{gr3}=6$; $w_3=0,08$).
7. Operational environment ($R_{gr1}=6,37$; $R'_{gr1}=7$; $w_1=0,06$).
8. Company management and structure ($R_{gr8}=6,75$; $R'_{gr8}=8$; $w_8=0,03$).

The results of the expert survey have presented graphically using spider diagram (fig. 1).

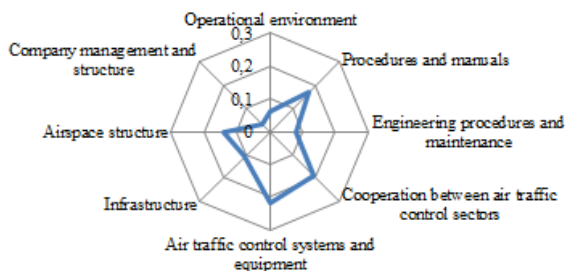


Fig. 1. Graphic interpretation of the expert survey

Conclusions

To sum up, the strongest influence on safety in air traffic control have air traffic control systems and equipment, the weakest one has company management and structure. Determination of groups of organizational factors that provoke air traffic controllers' errors will allow to developing effective methods of risk management in order to control and support necessary level of flight safety in air traffic control.

References

1. Normal operations safety survey (NOSS) / Doc. ICAO 9910-AN 473. – 1st ed. – Canada, Montreal : ICAO, 2008. – 80 p.
2. Safety Management Manual (SMM) / Doc. ICAO 9859-AN 474. – 3ed ed. – Canada, Montreal : ICAO, 2013. – 251 p.
3. Cross-Cultural Factors in Aviation Safety : Human Factors Digest No. 16 / Circ. ICAO 302-AN/175. – Canada, Montreal : ICAO, 2004. – 39 p.
4. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок : теорія, методологія, напрямки використання : монографія / Б. Є. Грабовецький. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.

S. Ilnytska, V. Kondratiuk
(National Aviation University, Ukraine)

Regulatory and legal aspects analysis of PBN implementation in Ukraine

The continuing growth of aviation increases demands on airspace capacity therefore emphasizing the need for optimum utilization of available airspace. Application of performance-based navigation provides improved operational efficiency for all phases of flight. Regulatory and legal aspects of PBN implementation, which are described in generic materials of ICAO, EUROCONTROL, EASA, and CANSO and provide the necessary guidance together with Ukrainian materials have been analyzed here to identify the necessary steps to be done to implement PBN in Ukraine. Actually, Ukraine has already performed some work in this matter: Ukrainian PBN implementation plan (developed in 2013) has been updated in 2016 by SAAU PBN work group; the Local Single Sky ImPlementation (LSSIP) activities are going in Ukraine; the intention to install RIMS in Kiev region has been confirmed by the European GNSS Programme Committee.

Introduction

The growth of aviation and the urgent need to reduce fuel consumption and emissions demand increased airspace and airport capacity and a focus on providing the preferred trajectory (route and altitude) to each aircraft. Aircraft operators also require efficiency gains via approaches with the lowest possible minima and the significant safety benefits of vertical guidance. Another key goal is to reduce the effects of airport noise on populated areas. GNSS-based services can meet these goals and have already provided significant safety and efficiency benefits to aircraft operators. The PBN Manual [1] together with other generic materials of ICAO [2-7], EUROCONTROL [8-9], EASA [10-11], and CANSO [12] provide the guidance necessary to implement GNSS-based navigation services.

Global Navigation Satellite Systems

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) includes core constellation systems (like GPS, GLONASS and the future GALILEO and Beidou), and augmentation systems such as Aircraft Based Augmentation Systems (ABAS), Satellite Based Augmentation Systems (SBAS) – like WAAS in USA and Canada, EGNOS in Europe – and Ground Based Augmentation System (GBAS) [2].

GNSS is a key technology of the communications, navigation, and surveillance (CNS) infrastructure. GNSS can support navigation applications in all phases of flight as well as surveillance application like ADS-B. GNSS also provides the time reference used to synchronize systems and operations in ATM.

Performance Based Navigation

The Performance Based Navigation (PBN) concept has been developed and introduced by the International Civil Aviation Organization (ICAO). It represents a shift from traditional sensor-based navigation (using ground based beacons) to Area Navigation (RNAV) and GNSS use.

PBN comprises three components [1]: NAVAID infrastructure, navigation specification and navigation application (see fig. 1). The NAVAID infrastructure

refers to ground (like DME and VOR) or space-based (GNSS elements) Navigation Aids. The navigation specification is a technical and operational specification that details the performance required of the RNAV and RNP system in terms of accuracy, integrity, and continuity; which navigational functionalities RNAV or RNP system must have; which navigation sensors must be integrated into the RNAV or RNP system; and which requirements are placed on the flight crew. And navigation application is the use of navigation specification and correspondent NAVAID infrastructure for the design of ATC routes as well as Instrument Approach Procedures.

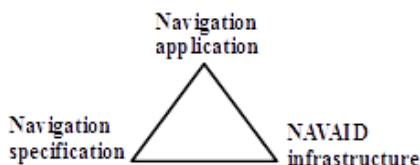


Figure 1 – PBN concept

Costs and Benefits from GNSS and EGNOS implementation in aviation

Before implementing a new air navigation service it is necessary to perform an analysis of costs necessary to be incurred and possible benefits to be obtained by different aviation stakeholders [1-3, 12, 13].

The following costs borne by ANS providers are common to basic GNSS, GBAS and SBAS services: surveying to the World Geodetic System — 1984 (WGS-84) standard; designing airspace and instrument approach procedures; performing flight checks; chart preparation and AIP changes; safety assessment; runway upgrades (upgrade of runway lighting); developing procedures and phraseology for ATC; developing and delivering training material; developing a notification/NOTAM system; developing approval and information documents for the aviation community; and funding annual costs associated with continuing to provide service [2, 3].

Common costs borne by aircraft operators include: avionics and installation; development of flight procedures; development and delivery of training material to aircrew; development of maintenance material; avionics database subscriptions; and associated recurring costs. The cost of aircraft out-of-service time should be included except when modifications can be completed during scheduled maintenance. Aircraft operators should choose avionics that meet all foreseeable requirements (e.g. ADS-B, ADS-C, and PBN) [2].

PBN Best Practice Guide for ANSPs [12] summarized the benefits for the main stakeholders: *airports* – improved access, potential for reduced infrastructure costs, community economic benefits, and environmental benefits; *ANSPs* – improvements in safety, reduced service costs, service improvements; *airlines* – enhanced safety, improvements in efficiency, better schedule reliability, opportunities for broad cost reductions, reductions in CO₂ footprint; *communities* – environmental benefits such as reduced impact from aviation operations via CO₂ emissions and noise exposure; also reduced passenger airfares, flight times, and flight diversion disruptions.

Analysis of the generic materials supporting GNSS, EGNOS and PBN implementation

Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual – ICAO Doc 9849 [2]

GNSS-based operations were first approved in several States in 1993. Many other States have developed the legal framework for such services, but GNSS-based approaches are not yet approved on a worldwide scale. It is recommended that States follow the precedents set by numerous aviation authorities to allow the use of GNSS-based services. Where this is not deemed currently possible, those States are encouraged to develop a set of preconditions or requirements under which the use of GNSS-based services could become acceptable.

After decision to implement a GNSS-based service, the next step should be the development of a concept of operations (CONOPS). This task should involve all stakeholders at the national and regional levels, and it should start with a high-level description of the service and the enabling technology. A CONOPS is a description of the characteristics of the service from the users' (aircrew and air traffic controllers) perspectives. The CONOPS should state the goals, strategies, policies and constraints affecting the service. It should identify organizations, activities and interactions among participants and stakeholders, including a clear statement of responsibilities. It must support the development of the safety case, business case and regulations. Once there is agreement that the safety case and the business case are valid, the ANS provider can develop a comprehensive implementation plan.

GNSS testing should be performed according the methodology provided in the Manual on Testing of Radio Navigation Aids (Doc 8071), Volume II — Testing of Satellite-based Radio Navigation Systems, to confirm the ability of GNSS signals to support flight procedures in accordance with Annex 10.

Regarding monitoring and recording of GNSS information Annex 10 [4] recommends that a State that approves GNSS-based operations should monitor and record relevant GNSS data to support accident and incident investigations. These data can also be used periodically to confirm GNSS performance. The objective is not to support a real time notification process. It is recommended to log data continuously, generally at a 1 Hz rate.

Performance-based Navigation (PBN) Manual – ICAO Doc 9613

The Performance Based Navigation (PBN) concept, published within the Performance-Based Navigation (PBN) Manual (Doc 9613) [1], defines performance requirements for aircraft navigating on an ATS route, terminal procedure or in a designated airspace. The document consists of two volumes:

- Vol. I Concept and Implementation Guidance. It defines the PBN concept, covering description of PBN, airspace concepts, and stakeholder uses of PBN. It provides as well initial implementation guidance, describing its processes, validations and planning.
- Vol. II Implementing RNAV and RNP Operations. It provides detailed information regarding: implementing RNAV operations (RNAV 10, RNAV 5, and RNAV 1 and RNAV 2) and implementing RNP operations (RNP 4, RNP 2, RNP 1, A RNP, RNP APCH, RNP AR APCH and RNP 0.3). It is based on the experience of States which have used RNAV operations.

Guidelines for ANSP/Airports and Aircraft Operators for LPV implementation (ESSP, GSA – September 2015) [13]

This publication have been developed by European GNSS Agency (GSA), along with the European Satellite Services Provider (ESSP) and provides a set of generic guidelines for Air Navigation Service Providers (ANSPs), airport operators and aircraft operators within the ECAC area to facilitate the operational implementation of LPV operations.

To ensure both airport and aircraft operators are able to take full advantage of the benefits provided by PBN, the Guidelines cover such topics as: EGNOS (system description, services, Safety of Life service, etc.); RNP APCH Down to LPV Minima within the ICAO Context; LPV Implementation Drivers; LPV Implementation Regulatory Framework; Guidelines for ANSPs and Airports; Guidelines for Aircraft Operators. The fig. 1 summarizes in a schematic way the role and area of activity of each involved actor and the most relevant interactions in the current LPV implementation scenario including the EGNOS final users.

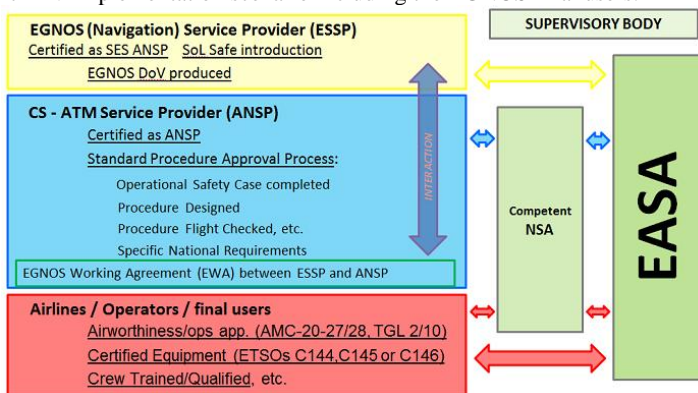


Figure 1 – LPV Implementation Framework [13]

As it can be seen from the fig. 1, the EGNOS Working Agreement (EWA) between ESSP and ANSP is one of the important elements toward LPV implementation. Basically, the EWAs are free of charge bilateral working arrangements between ESSP and European ATS/ANSPs defining all needed interfaces between these entities. The EWA provides a harmonized and consolidated approach for the implementation of operations based on RNP APCH down to LPV minima.

EUR RNP APCH Guidance Material (ICAO EUR Doc 025) [3]

This guidance is primarily intended for States in the ICAO European region who wish to implement RNP APCH operations. It describes the generic steps that an ANSP and/or Airport should undertake to introduce such operations together with the applicable standards and relevant documentation that is available.

A common misunderstanding arises from the fact that the term RNAV is used to refer to a navigation capability as well as to operations and chart naming. RNP APCH procedures are published on charts with the title RNAV (GNSS) RWY

XX. That is the reason why they are referred to so far as RNAV approaches. These approach charts can have several minima lines depending on the type of final segment defined with the RNP APCH. The tab. 1 provides cross reference between PANS-OPS and PBN terminology.

Table 1 – RNP APCH terminology as per PBN Manual - ICAO State Letter

PANS-OPS Terminology	PBN Terminology	Chart Minima	Minimum Sensor
NPA	RNP APCH down to	LNAV (MDA)	Basic GNSS
APV Baro-VNAV	RNP APCH down to	LNAV/VNAV (DA)	Basic GNSS + Baro-VNAV
SBAS-based NPA	RNP APCH down to	LP (MDA)	Basic GNSS + SBAS
APV SBAS	RNP APCH down to	LPV (DA)	Basic GNSS + SBAS

Analysis of current Ukrainian activities, legislative and regulatory framework for PBN implementation

Ukrainian legislative and regulatory framework in the field of civil aviation is reflected in the documents [14, 15]; and published in the following editions: Voice of Ukraine, Governmental courier, Official Bulletin of Ukraine, Supreme Council of Ukraine; Documents collection of the UksATSE Air Navigation Service provision and others. Basic regulations, rules, procedures and requirements for air navigation services provision are set out in the following documents:

1. Cabinet of Ministers of Ukraine N 401 of March 29, 2002 (Last amendment N 657 from 18.07.2012.) On approval of the use of airspace Ukraine.
2. Ministry of Transport and Communications of Ukraine: a) Order 23.06.2010 N 383. On approval of rules of air traffic with the use of surveillance systems; b) Order 29.09.2010 N 714. On approval of rules on separation of air traffic; c) Order N 9 from 11.01.2002. On approval of the Rules of flights and air traffic in the airspace of Ukraine with a reduced vertical separation minimum.
3. Ministry of Transport of Ukraine. Order 16.04.2003 N 293. On Approval of Rules aircraft operations and air traffic service in classified airspace of Ukraine.
4. Ministry of Defense of Ukraine. Order 09.12.2015 № 700. On Approval of Rules state aviation flights in the airspace of Ukraine
5. Ministry of Infrastructure of Ukraine: a) Order 28.10.2011 N 478. On Approval of Rules flight of civil aircraft in the airspace of Ukraine; b) Order 28.05.2012 № 277 On approval of rules providing information on air traffic services.

Local Single Sky ImPlementation (LSSIP) UKRAINE [16]

The Local Single Sky ImPlementation (LSSIP) documents [16] are the expression of the commitment of civil and military National Organizations (Regulators and National Supervisory Authorities), Service Providers and Airport Operators towards the implementation of the European ATM Master Plan. They provide a comprehensive view of how ECAC States and stakeholders concerned are

progressing in planning and deploying the mature elements of the ATM Master Plan, namely the European Single Sky Implementation (ESSIP) Plan.

Although Single European Sky (SES) is not applicable to Ukraine, ANSP certification is carried out in accordance with “The Rules for Air Navigation Service Providers Certification” approved by the order of the MoT № 42 dated 22/01/2007 (with amendments for requirements to ANSPs that provide MET services (order of MoI N575 dated on 28.11.2011) that was developed in line with the EC Regulation 1035/2011. State Aviation Administration of Ukraine (SAAU) recertified UkSATSE as air navigation services provider on 24.12.2014 ref. AA №015106 according to national legislation to provide the following services: ATC en-route, ATC approach, ATC Aerodromes, AIS, CNS, MET and others.

It is reported at this document that UkSATSE has developed a modernization plan based on the European ATM Master Plan and the European Single Sky Implementation Plan (ESSIP) objectives. The planned modernization steps will be performed according to Ukrainian Strategy of the Air Navigation system development for the years 2015-2025 [28] that was elaborated jointly by Ukraine and EUROCONTROL in framework of Project Management Plan (PMP) WP9 according to Agreement signed in 2009 between EUROCONTROL and SAA of Ukraine with the main goal of establishing a single ATM Centre.

Ukraine is not a Member of the European Union and presently is not in the applicability area of the Single European Sky however, Ukraine has the intention to conclude a Common Aviation Area Agreement with the European Union.

The LSSIP has a number of objectives, among which are NAV03 – Implementation of P-RNAV, and NAV10 – Implement APV procedures. It was planned in NAV03 to implement RNAV 1 departure and arrival procedures till the end of 2012 year. The goal has been achieved in 2013. The procedures have been published in National AIPs for main international Ukrainian airports. Under the activity NAV10 it was planned to perform two main tasks: a plan for the implementation of APV to be approved by SAA (due date 30.04.2016); introduction of APV procedures as a part of National PBN Implementation Plan – Implementation of Performance Based Navigation (PBN). Ukraine strategy and roadmap 2013-2025 (due date 31.12.2016) .

Ukrainian National Strategy of Air Navigation System development for 2015 – 2025 [17]

This strategy [17] covers all subjects of Civil Aviation of Ukraine, which involve the use of airspace and air navigation system of Ukraine, including air navigation service providers, operators of aerodromes / airports, airspace users of Ukraine, aviation enterprises, including airlines, central government executive authorities of Ukraine and local authorities.

In order to achieve operational goals of the Strategy and to harmonize navigation systems with the trends of EUROCONTROL and ICAO air navigation system the following suggestions are offered for Ukraine.

The main characteristics of the future operating environment for evaluating means of navigation infrastructure are:

- Implementation of PBN: gradual implementation of "A-RNP" specifications using GNSS as a full-time mode on the route and chosen terminal control areas (TMAs).
- The short-term implementation of "RNAV 5" specifications on the route and "RNAV 1" specifications in selected TMAs using a range finding system DME/DME as a backup in case of failure of GNSS.
- In the medium term implement "RNAV 1" specifications to the route using the range finding system DME/DME as a backup in case of GNSS failure.
- Implementation of procedures for non-precision instrument approach using global navigation satellite systems - RNP APCH.
- Implementation of instrument approach with vertical guidance (APV) procedures to all runway-equipped areas as the main or backup approach procedure.

Further use of the instrumental approach ILS equipment is the owners (commonly operators of airports) decision on the basis of the feasibility study and the decision to extend the service operational life (resource). Between the aerodrome operator and UkSATSE an agreement can be established to support the operation and / or installation of new ILS, after appropriate feasibility studies.

Ukrainian PBN implementation Plan [18]

On the 37th session of the Assembly of ICAO held in 2010, Ukraine agreed to the ICAO resolution A37/11 [5], which demands that the States implement PBN.

Table 2 – Short and medium term perspective of PBN implementation for approach procedures

<i>PBN implementation for approach procedures</i>				
<i>Airport</i>	<i>Short term perspective</i>		<i>Medium term perspective</i>	
	<i>Instrument Flight Procedure</i>	<i>Year</i>	<i>Instrument Flight Procedure</i>	<i>Year</i>
<i>KYIV (Boryspil') [UKBB]</i>	<i>NPA APV Baro-VNAV</i>	<i>2018 2020</i>	<i>APV SBAS-VNAV SBAS CAT I</i>	<i>2020 2023</i>
<i>Dnipropetrovs'k [UKDD], Kharkiv (Osnova) [UKHH], KYIV (Zhuliany) [UKKK], L'viv [UKLL], Odesa [UKOO];</i>	<i>NPA (50%)</i>	<i>2018</i>	<i>NPA (100%) APV Baro-VNAV (50%) APV Baro-VNAV (100%)</i>	<i>2019 2020 2020</i>
<i>Zaporizhzhia [UKDE], Kherson [UKOH], Ivano-Frankivs'k [UKLI], Uzhhorod [UKLU], Vinnytsa (Gavryshivka) [UKWW], Rivne [UKLR], Chernivtsi [UKLN], Poltava [UKHP];</i>	<i>NPA (30%)</i>	<i>To be defined</i>	<i>NPA (70 %) APV Baro-VNAV (30%)</i>	<i>To be defined</i>
<i>Sumy [UKHS], Bila Tserkva [UKBC], Kryviy Rig [UKDR], Kyiv (Antonov-1) [UKKT], Kyiv (Antonov-2) [UKKM], Kirovograd [UKKG], Kremenchuk (Velyka Kokhnivka) [UKHK], Kharkiv (Solol'nyky) [UKHD];</i>			<i>NPA (30 %)</i>	

States are therefore requested to produce a PBN implementation plan and implement the Approach Procedures with Vertical guidance (APV) by 2016. In this regard, the SAAU has developed the PBN plan "Implementation of a navigation based on performance (PBN)" in 2013-2025 years [18].

The PBN Implementation planning principles are:

- Three areas of applicability - En-Route Airspace, Terminal Airspace, Approach Operations;
- Three time perspectives - Short-Term, Medium-Term, Long-Term;
- Regular Revision by National PBN work group.

The last meeting of PBN work group was held on 06.07.2016 at SAAU premises, where the draft of the revised version of PBN national implementation plan was presented. Updated planning for short and medium term of PBN implementation for approach procedures is presented at the table 2.

Elements supporting GNSS service provision

The following elements supporting GNSS service provision in aviation are in place today for GPS:

- A letter of commitment from the US Government to ICAO (see Annex G);
- Core constellation performance and interoperability standards are required in Annex 10 Standards and Recommended Practices [4];
- A service definition document (GPS SPS) is referenced in Annex 10 [4] guidance and compliance is monitored by the FAA, and monitoring reports are made public;
- Receiver standards and associated avionics authorizations are available and mutually recognized;
- A GPS service centre is operated by the US Coast Guard, which publishes satellite health status, announces maintenance actions and a wealth of other information related to its service;
- An international, open forum (CGSIC, Civil GPS Service Interface Committee) is established to enable an open exchange of information, including information on service performance and failure modes and events;
- A significant positive margin exists between guaranteed and actually achieved performance, which enables confidence in the specified minimum service commitments.

It is considered that the provision of these services and written arrangements should be sufficient to satisfy the safety of GNSS-based operations, which is the objective of the regulatory certification requirement. The first three points of the bullet list above are linked to ICAO, where States are subject to international treaty law. The fourth bullet, the recognition of GNSS Receiver Minimum Operational Performance Standards and associated avionics certification by EASA, is the key legal element for acceptance of such operations in European airspace. The fifth item is required to provide Aeronautical Information Services, which is an integral part of ANS. The remaining items have no legal weight but are recommended best practices, where the absence of such cooperation and margins should lead to an increased vigilance in safety oversight [9].

Overview of EU and Ukraine cooperation for GNSS implementation and EGNOS SoL extension

The official basis for the EGNOS SoL extension to Ukraine is the following:

1. EU-Ukraine GNSS Agreement (signed 2005, entered into force in December 2013) foresees the possibility to extend EGNOS to Ukraine.
2. Commission-Ukraine Joint Statement signed by Vice-Prime-Minister Oleksandr Vilkul and European Commission Vice-President Antonio Tajani (November 2013) expresses both sides' intention to extend EGNOS to Ukraine.
3. EU-Ukraine Association Agreement (June 2014) stipulates that transport cooperation shall cover the use of space systems and promotes cooperation in the area of GNSS.
4. Financing Agreement (August 2014) was signed between the Commission and Ukraine, reserving 5M€ from the European Neighborhood funds to carry out the EGNOS extension.
5. To implement the extension a new international agreement is needed. The Commission is preparing the negotiating directives for this agreement.

The European GNSS Programme Committee has confirmed the intention to install RIMS in Kiev region. The GSA is responsible for managing this project, and since October 2015 a number of meetings (including video-conferences) took place between the GSA and SSAU work group to discuss the possible locations of RIMS in Kyiv region. Among these locations were: Zhuliany and Boryspil airports, State Enterprise "Kyivprylad", private company "Elmiz" and Horodok (80 km from Kyiv). NAU experts performed measurements in some of these locations and presented the results of the data analysis in the "Report on RIMS efficient implementation" drafted in scope of UKRAINE project.

Acknowledgments

The analysis presented at the given article has been performed under the UKRAINE project. This project has received funding from the European GNSS Agency under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Grant Agreement # 641514.

Conclusions

The continuing growth of aviation increases demands on airspace capacity therefore emphasizing the need for optimum utilization of available airspace. Application of performance-based navigation provides improved operational efficiency for all phases of flight and it is the highest air navigation priority of the International Civil Aviation Organization (ICAO). PBN is enabled mostly by GNSS, including core constellations and regional augmentation systems, like EGNOS in Europe.

Ukraine is a member of ICAO, ECAC, and EUROCONTROL, but not a member of EASA. However, Ukraine is an EASA's Pan-European Partner. The generic materials of ICAO, EUROCONTROL, EASA, and CANSO providing the guidance necessary to implement GNSS-based navigation services together with Ukrainian materials have been analyzed here to identify the necessary steps to be done to implement PBN in Ukraine.

References

1. ICAO Doc 9613 AN/937 Performance-based Navigation (PBN) Manual (vol. I Concept and Implementation Guidance, vol. II Implementing RNAV and RNP Operations). Fourth Edition, 2013. – 396 p.
2. ICAO Doc 9849, GNSS manual for technical introduction of mandatory GNSS operations, Second Edition, 2013. – 90 p.
3. ICAO EUR RNP APCH Guidance Material (EUR DOC 025) – First edition. – 2012 – 34 p.
4. ICAO, “Aeronautical Telecommunications Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume I (Radio Navigation Aids)”, 6 ed., - 15.11.12. - 578 p.
5. ICAO Assembly Resolution A37-11 — Performance-based navigation global goals, November 2010.
6. ICAO CIRCULAR 267-AN/159 Guidelines for the introduction and operational use of the global navigation satellite system (GNSS)
7. ICAO Global Air Navigation Plan for 2013–2028 (Doc 9750-AN/963) Fourth Edition – 2013. – 128 p.
8. EUROCONTROL Single European Sky (SES) Regulations. Regulatory approach for the draft Interoperability Implementing Rule on Performance-Based Navigation, March 2013, Edition 1.0. – 60 p.
9. EUROCONTROL CNS Infrastructure team. Action Paper CNST6/AP05 18-11-2014 Agenda item 3.2: GNSS Multi-Constellation Authorization and Operation.
10. EASA Notice of Proposed Amendment 2015-01. Performance-Based Navigation (PBN) implementation in the European Air Traffic Management Network (EATMN). RMT.0639 — 19.1.2015 – 70 p.
11. EASA Opinion No 10/2016 Performance-based navigation implementation in the European air traffic management network RELATED NPA/CRD 2015-01 — RMT.0639 — 28.7.2016. - 19 p.
12. Civil Air Navigation Services Organisation (CANSO). Performance-Based Navigation Best Practice Guide for ANSPs. 2015
13. Guidelines for ANSP/Airports and Aircraft Operators for LPV implementation / ESSP, GSA // September 2015. – 56 p.
14. [in Ukrainian] Normative legal acts on regulation in the field of civil aviation. Access mode: <http://www.avia.gov.ua/uploads/documents/10824.pdf>
15. [in Ukrainian] Legal acts regarding Civil Aviation of Ukraine, sorted by the years of adoption. Access mode: <http://www.avia.gov.ua/uploads/documents/10830.pdf>.
16. Local Single Sky ImPlementation (LSSIP) UKRAINE, LCIP, Years 2015-2019 – Level 1, Edition Date: 15/06/15.
17. [in Ukrainian] Ukrainian National Strategy of Air Navigation System development for 2015 - 2025 of 31.10.2014. – 53 p.
18. State Aviation Administration of Ukraine (SAAU) Implementation of Performance Based Navigation (PBN). Ukraine strategy and roadmap 2013 – 2025, Version 1.0. – 2013.

В.П. Косова
(Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина)

Экспериментальные исследования влияния вибрации основания на динамическое состояние гироскопического датчика угловых скоростей типа ДУСУ

Проводится оценка влияния акустического воздействия на полиагрегатную систему на примере гироскопического датчика угловых скоростей типа ДУСУ. Задается одно, двух, трехкомпонентная вибрация. Показана систематическая погрешность измерений при однокомпонентной поступательной вибрации; при двух, трехкомпонентной вибрации основания при g , $2g$, $3g$

Оценим влияния акустического воздействия на полиагрегатную систему по ее реакции на внешнее вибрационное нагружение. Рассмотрим серийный гироскопический датчик угловых скоростей типа ДУСУ в «поплавковом» исполнении.

Блок-схема для экспериментальных исследований влияния вибрации основания на динамическое состояние гироскопического датчика угловых скоростей типа ДУСУ изображена на рис. 1.

В качестве источника постоянного тока (БП =) в установке использовался прибор Б5-44 (напряжение 0 ... 30 В, 0 ... 1 ампер), для питания гиromотора (БП ~) – преобразователь типа ПАГ-1Ф (постоянный ток 27 В, 3 А; переменный ток 36 В, 0,65 А; фазы 400 пер/с; $\cos \phi = 0,65$).



Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для оценки виброустойчивости гироскопического датчика угловых скоростей ДУСУ

Выходной сигнал ДУСУ регистрировался в аналоговой форме прибором автоматического следающего уравнивания типа КСП4 обыкновенного исполнения по ГОСТ 17532-77 с допускаемой основной погрешностью показаний $\pm 0,5\%$ от нормирующего значения входного сигнала. Запись показаний проводилась на диаграммной ленте в прямолинейной системе координат.

Колебатель вибрационного испытательного стенда St 3000 тип. № 3.05.04 Института проблем прочности НАН Украины, мощностью 3000 Вт, на котором проводились виброиспытания гироскопического датчика угловых скоростей типа ДУСУ, работает по принципу электродинамического громкоговорителя и позволяет вручную, плавно регулировать частоту колебаний в двух ступенях – 20 ... 1500 Гц и 1500 ... 3000 Гц. Питание обмотки возбуждения магнита обеспечивается с помощью селеновых выпрямителей.

Напряжение на обмотку возбуждения и подвижную катушку подается с пульта управления. Форма подаваемого подвижной катушке напряжения контролировалась осциллографом.

Ускорение стола вибростенда измерялось акселерометром типа КД1, работающего на основе пьезоэлектрического эффекта. Сигнал, пропорциональный действующему ускорению, подавался на вход вибрационного измерительного прибора V M 2S, который в выбранном масштабе оценивал величину ускорения стола.

Дифференцирующее устройство, представляющее собой приспособление для многокомпонентных виброиспытаний на однокомпонентном вибровозбудителе, устанавливается жестко на столе вибровозбудителя.

Как отмечалось, установив ДУСУ на соответствующей поверхности устройства для создания многокомпонентной вибрации можно задать одно, двух или трехкомпонентную вибрацию места установки путем разложения вектора ускорения стола вибровозбудителя \vec{W}_0 на необходимое число компонент. Внешний вид испытательной установки изображен на рис. 2.

Исследования проводились при амплитудах ускорения стола вибровозбудителя равным 1g, 2g и 3g в частном диапазоне 50 ... 1000 Гц.

Совместим ось x с главной осью гиromотора, ось y - с выходной осью гироскопа, а ось z направим перпендикулярно первым двум (рис. 3).



Рис. 2. Внешний вид испытательной установки

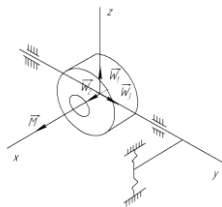


Рис. 3. Кинематическая схема гироскопического датчика угловых скоростей типа ДУСУ

При однокомпонентной вибрации ось z гироскопа ориентирована параллельно оси вибровозбудителя, поэтому прибор испытывает ускорение \vec{W}_1 , направленное вдоль оси z и равное ускорению стола \vec{W}_0 , то есть $\vec{W}_1 = \vec{W}_0$. При двухкомпонентной вибрации ось z прибора составляет угол α с осью вибратора и, таким образом, вектор ускорения \vec{W}_0 раскладывается по осям x и z на две составляющие $W_1 = W_x = W_0 \cos \alpha$ и $W_2 = W_z = W_0 \sin \alpha$. Развернув прибор вокруг оси x на угол β можно тем самым разложить вектор \vec{W}_1 еще на две составляющие и получить в итоге три составляющих ускорения стола вибровозбудителя, направленные вдоль осей гироскопа, - $W_1 = W_0 \cos \alpha \cos \beta$, $W_2 = W_0 \sin \alpha$, $W_3 = W_0 \cos \alpha \sin \beta$. Устройство было выполнено таким образом,

что $\alpha = \beta = \frac{\pi}{4} \text{ рад}$, вследствие чего выполнялись условия - $W_1 = W_3 = 0,5W_0$, $W_2 = 0,7W_0$ при трехкомпонентной вибрации, $W_1 = W_2 = 0,7W_0$, $W_3 = 0$ при двухкомпонентной вибрации и $W_1 = W_3$, $W_2 = W_3 = 0$ при однокомпонентной вибрации.

Исследования показали, что гироскопический датчик угловых скоростей в поплавковом исполнении серии ДУСУ-2-6АС при однокомпонентной вибрации имеет на резонансных частотах f_p систематическую погрешность измерения

$\Delta\omega$ при ускорениях стола вибратора, равных 1g (рис. 4, а), 2g (рис. 4, б), и 3g (рис. 4, в). При двухкомпонентной вибрации погрешность прибора увеличивается (рис. 5). Наконец, при трехкомпонентной вибрации можно наблюдать целые полосы в спектре погрешностей (рис. 6).

Если вести речь об абсолютной величине погрешности ДУСУ, то погрешность прибора при акустическом нагружении в 160 дБ и в условиях трехкомпонентной

с
ускорением стола
вибростенда в 1g
практически
совпадают [1]. Из
этого можно сделать
вывод о
правомочности
оценки влияния
акустического
нагружения в 160 дБ
трехкомпонентной
поступательной
вибрацией с
ускорением 1g.

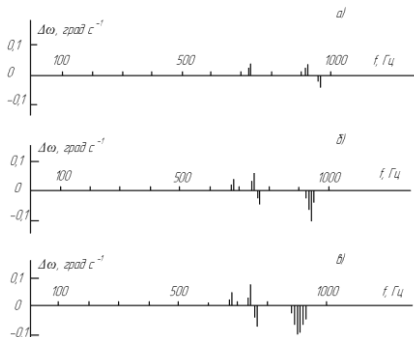


Рис. 4. Систематическая погрешность ДУСУ при однокомпонентной поступательной вибрации: а) ускорение стола вибростенда 1g; б) 2g; в) 3g

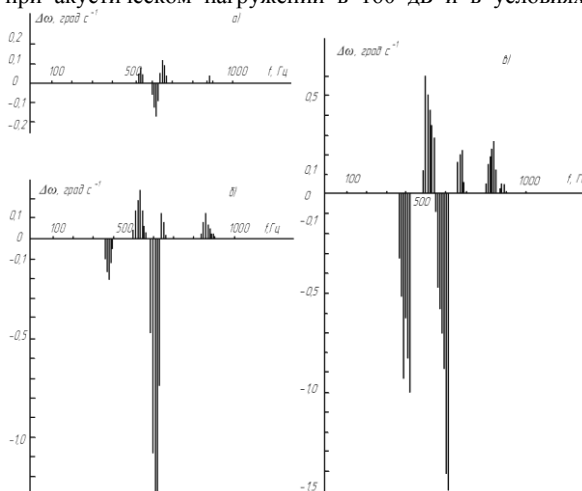


Рис. 5. Систематическая погрешность ДУСУ при двухкомпонентной вибрации основания: а) ускорение стола 1g; б) ускорение 2g; в) ускорение стола вибростенда 3g

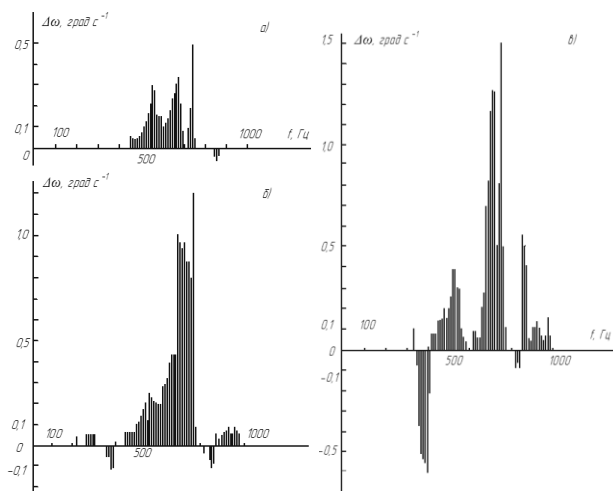


Рис. 6. Систематическая погрешность ДУСУ при трехкомпонентной вибрации основания: а) ускорение 1g; б) ускорение 2g; в) ускорение 3g

Конечно, речь идет только о приборе типа ДУСУ, для других изделий этот анализ должен быть повторен. Вместе с тем в первом приближении такая замена внешнего воздействия, как видно, не содержит противоречий. Как видно из последующих диаграмм (рис. 6, б, в) при ускорениях 2g и 3g погрешности ДУСУ на вибрирующем основании резко отличаются как по абсолютной величине, так и по частотному составу.

Список литературы

1. Многомерные задачи нестационарной упругости подвеса поплавкового гироскопа / В.В. Карачун., В.Г. Лозовик, Е.Р. Потапова, В.Н. Мельник / Под ред. В.В. Карачуна.— К.: «Корнейчук», 2000. — 128 с.

В.П. Косова
(Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина)

Формирования многокомпонентной поступательной и эллиптической вибраций

Рассматривается работа устройства для создания на одноосном вибровозбудителе одно-, двух- и трехкомпонентной вибрации одновременно. Особое внимание уделяется рассмотрению устройства для формирования многокомпонентной поступательной и эллиптической вибраций на однокомпонентном вибровозбудителе

К сожалению, нашедшие широкое применение в практике поверочных и нормативных работ одноосные вибровозбудители не могут воспроизводить многокомпонентную пространственную вибрацию без дополнительных сложных решений. Отмеченных затруднений позволяет избежать устройство для создания на одноосном вибровозбудителе одно-, двух- и трехкомпонентной вибрации одновременно [1]. Для этого необходимо лишь установить испытуемое изделие на соответствующие крепежные плоскости.

Устройство работает следующим образом (рис. 1). Плиты 1 закрепляют на столе вибровозбудителя. На прямоугольные пластины 2 помещают изделия, подвергаемые двухкомпонентной вибрации, а на боковые грани 6 прямоугольных призм 5 – трехкомпонентной вибрации. Очевидно, на плите 1 изделия будут испытывать однокомпонентную вибрацию.

Вектор виброускорения стола на прямоугольных пластинах 2 раскладывается на две компоненты по ортогональным осям x и z соответственно на \vec{W}_x \vec{W}_y . Модули векторов могут быть заданы выбором угла

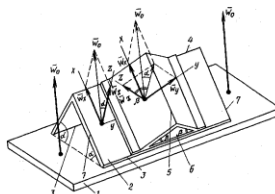


Рис. 1. Схема виброускорений

α наклона прямоугольных пластин 2 к плите 1, причем $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$. Для

пластины 2 справедливо соотношение $W_0 = \left[W_x^2 + W_z^2 \right]^{\frac{1}{2}}$. Вектор \vec{W}_0 виброускорения стола на боковой грани 6 треугольной призмы 5 в результате наклона ее к плите 1 на угол β $0 < \beta < \frac{\pi}{2}$ раскладывается соответственно на \vec{W}_x \vec{W}_y \vec{W}_z , при этом имеют место соотношения

$$W_0 = \left[W_x^2 + W_y^2 + W_z^2 \right]^{\frac{1}{2}}; \quad W_y = W_0 \cos \alpha \sin \beta; \quad W_z = W_0 \cos \alpha \cos \beta.$$

Внешний вид устройства представлен на рис. 2.

Расширение эксплуатационных возможностей рассмотренного устройства достигается путем формирования не только поступательной, но и эллиптической вибрации места установки изделия, что более точно соответствует реальным возмущениям. Отмеченные качества реализуются благодаря принудительному сферическому движению основания рассматриваемого устройства [2].

Плиту 1 с этой целью устанавливают на верхний конец 12 штока 11 (рис. 3). Коммутатор 17, выполненный, например, в виде репитера, поворачивает на заданный угол поводки 18, которые через продольные направляющие пазы 19 сообщают вращательное движение резьбовым кольцевым элементам 8 раздвижной опоры, перемещая их в продольном направлении таким образом, что их наружные кромки 9 создают дискретно-непрерывную коническую поверхность 10 с заданным углом ϕ наклона образующей, причем выполняется условие

$$\operatorname{tg} \phi = S \cdot r_n - r_1^{-1} \quad (\text{здесь } S -$$

расстояние от плоскости торца первой втулки и исходной плоскостью, r_i - наружные радиусы кольцевых элементов, n - число кольцевых элементов). Одновременно с этим, коммутатор 17 последовательным

подключением обмоток соленоидов 14 к источнику тока сообщает плите 1 через шарниры 16 сферическое движение относительно

раздвижной опоры при перемещении сердечников 15. Это достигается за счет совпадения геометрического центра плиты 1, вершины конуса 10 и центра сферического шарнира 12. Для нормальной работы число соленоидов должно быть не менее четырех.

Вектор \vec{W}_0 виброускорения стола раскладывается на плите 1 на две составляющие \vec{W}_1 и \vec{W}_2 по ортогональным осям. Модули векторов могут быть

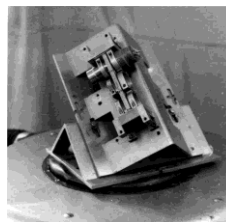


Рис. 2. Внешний вид приспособления для получения многокомпонентной вибрации

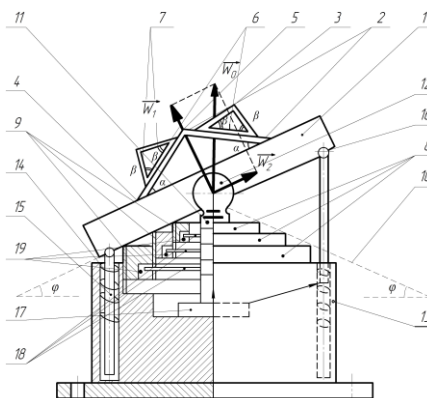


Рис. 3. Устройство для формирования многокомпонентной поступательной и эллиптической вибраций на однокомпонентном вибровозбудителе

заданы выбором угла ϕ конической поверхности 10. Для плиты 1 имеют место соотношения - $W_1 = W_0 \cos \phi$; $W_2 = W_0 \sin \phi$; $W_0 = \left[W_1^2 + W_2^2 \right]^{\frac{1}{2}}$.

Ускорение \vec{W}_1 обеспечивает поступательную вибрацию устройства в направлении, перпендикулярном плоскости плиты 1. В плоскости пластины 2 этот вектор может быть представлен двумя составляющими - \vec{W}_x и \vec{W}_z , причем

$$W_x = W_1 \sin \alpha, \quad W_z = W_1 \cos \alpha, \quad W_1 = \left[W_x^2 + W_z^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (0 < \alpha < \frac{\pi}{2}; \quad x \text{ и } z - \text{ ортогональные оси в плоскости пластины 2), а на боковой грани 7 треугольной призмы 3 этот вектор раскладывается на три взаимно перпендикулярные составляющие } \vec{W}_x, \vec{W}_y, \vec{W}_z, \text{ где } W_x = W_1 \sin \alpha; \quad W_y = W_1 \cos \alpha \sin \beta; \\ W_z = W_1 \cos \alpha \cos \beta; \quad W_1 = \left[W_x^2 + W_y^2 + W_z^2 \right]^{\frac{1}{2}}; \quad 0 < \beta < \frac{\pi}{2}.$$

Ускорение \vec{W}_2 вследствие сферического движения плиты 1 по сигналу коммутатора 17 и в зависимости от величины угловой скорости сферического движения раскладывается на две составляющие в плоскости плиты 1 - \vec{W}_ξ и \vec{W}_η ;

имеют место соотношения $W_\xi = W_2 \cos \gamma \quad t$, $W_\eta = W_2 \sin \gamma \quad t$, $\gamma = \int_0^t \omega dt$,

$W_2 = \left[W_\xi^2 + W_\eta^2 \right]^{\frac{1}{2}}$. В плоскости пластины 2 виброускорение раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие $\vec{W}_{\xi 1}$ и $\vec{W}_{\eta 1}$, причем

$$W_{\xi 1} = W_2 \cos \alpha \cos \gamma_1 \quad t, \quad W_{\eta 1} = W_2 \cos \alpha \sin \gamma_1 \quad t, \quad W_2 \cos \alpha = \left[W_{\xi 1}^2 + W_{\eta 1}^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad \text{в плоскости, перпендикулярной плоскости пластины 2, - на составляющие } \vec{W}_{\xi 2} \text{ и } \vec{W}_{\eta 2}, \quad \text{причем} \quad W_{\xi 2} = W_2 \sin \alpha \cos \gamma_2 \quad t, \quad W_{\eta 2} = W_2 \sin \alpha \sin \gamma_2 \quad t,$$

$W_2 \sin \alpha = \left[W_{\xi 2}^2 + W_{\eta 2}^2 \right]^{\frac{1}{2}}$; на боковой грани 7 призмы 3 ускорение $W_2 \cos \alpha$ раскладывается на $\vec{W}_{\xi 3}$ и $\vec{W}_{\eta 3}$, причем $W_{\xi 3} = W_{\xi 2}$, $W_{\eta 3} = W_{\eta 2}$. Таким образом, вектор ускорения \vec{W}_2 вследствие сферического движения плиты 1 изменяет свое положение в пространстве и дает возможность создавать на однокомпонентном вибровозбудителе многокомпонентную поступательную и эллиптическую вибрацию.

Список литературы

Приспособление для испытания изделий на многокомпонентную вибрацию на однокомпонентном вибровозбудителе: А. с. 1335828 СССР, G 01 М 7/00 / В.В. Карачун, В.С. Дидковский, О.Н. Юдин (СССР). - № 4054227/25-28. Заявл. 28.04.86; Оpubл. 07.09.87. Бюл. № 33. – 2 с.

Приспособление для испытания изделий на многокомпонентную вибрацию на однокомпонентном вибровозбудителе: А. с. 1619092 СССР, Заявл. 0212.88; Оpubл. 07.01.91, Бюл. № 1. – 6 с.

Многомерные задачи нестационарной упругости подвеса поплавкового гироскопа / В.В. Карачун., В.Г. Лозовик, Е.Р. Потапова, В.Н. Мельник / Под ред. В.В. Карачуна.– К.: «Корнейчук», 2000. – 128 с.

*O.V. Shefer, associate professor
(Poltava National technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine)*

The analyses of plasma's influence factors on the satellite telecommunications noise immune

The analyses of plasma's influence factors on the satellite telecommunications noise immune with the spacecraft is carried, during its insertion on the orbit. The ways of telemetry with SC improvement is critically viewed, and possible prospects of noise immune systems of satellite telecommunications building are established. The energy efficient and high quality methods of ionized environment influence compensation on electromagnetic fluctuations are separated.

The development of satellite's telecommunications national segment and the Ukraine's entry into the global space community is an important conceptual task of implementing the state policy in the field of space activities for the period up to 2032 [1]. A key factor of telemetry with the spacecraft (SC) is an influence of ionized gas on the radio signal's energy. Theoretical and applied researches of plasma's effects on radio signals are relevant [2]. Countries- leaders of world community conduct studies of the ionospheric layer influence on the transmitted information quality through communication channels [3].

At an altitude of 50-60 km, the Earth's atmosphere represents plasma, i.e. gas which except of its neutral molecules has certain amount of ions and electrons due to the gases' ionization by ultraviolet and x-ray radiation of the Sun. The proportion of ionized molecules in the ionosphere is small and does not exceed 1% - is a faintly ionized gas. Only the lower part of atmosphere's plasma layer, which significantly affects on radio wave propagation is called ionosphere. In particular, plasma affects on the propagation of radio waves in the fact that electromagnetic wave sets the free electrons in motion. Therefore, an important characteristic of plasma is the electron concentration N (their number in m^3), Fig. 1.

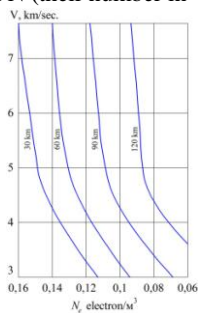


Fig. 1. The concentration of electrons according to its altitude and the SC entry's velocity to the atmosphere

The electrons concentration N_e in the space changes with the complicated way, induces the variety of radio waves trajectories shapes, and in point of each radio wave reception may come in several ways - rays. Their interference leads to the distortion and attenuation (fading) of the radio signal. If a group of electrons in the plasma move relatively to the ions, which can be considered as stationary, the electric force, which creates fluctuations in the space charge of the electrons relative to the ions is occurs.

A radio wave that is radiated vertically (in the growth direction N_e), reflected from the ionospheric plasma at the altitude where its frequency is close to critical. There as a result of the resonance, energy is transferred to the electrons and then emitted in the opposite direction. Therefore, the maximum frequency of radio waves that reflect from the ionosphere, corresponds to the maximum N_e . Quasi neutral plasma slows the radio waves down, and since the radio waves speed in the plasma depends on the frequency (dispersion), the complicated waveforms in the form of a harmonics sum with different frequencies are distorted.

The ionospheric plasma is a separate subject for excitation of plasma turbulence regularities studying, both in natural conditions and under various artificial influences (radiation of radio waves from the Earth and SC, the injection of charged particles beams and different reagents).

Analysis of available sources [4, 5] showed that in modern satellite telecommunications, it is a mistake to neglect the influence of ionospheric effects. You should consider such factors as the nonlinear heat source of electrons connected with the interaction of plasma's waves between themselves, the saturation of which is associated with spatial wave attenuation (abnormal weakening), multiple scattering of plasma waves by inhomogeneities, that lead to the plasma waves spreading of energy [6].

The most effectively reduction of the impact, resulting in quality of reception and transmitting signals increase is necessary.

The ascent phase (SC) to the orbit is designed to lift the SC above the Earth (planet) surface and disperse it to the proper speed. SC insertion into the Earth orbit is carried via space complex. During ground launch of space complex includes a carrier rocket and payload. In the case of air launch, the complex will include an aircraft carrier, rocket booster and payload. Payload is an SC. Part of the trajectory where the flight is carried out with a working missile carrier is the active site. For a single-stage rocket, the entire output area is active, whereas when using a multi-stage rocket launch trajectory can consist multiple active sites, separated from each other by segments of flight by inertia (in intervals of stage separation and engine start, the subsequent steps). The starting point of the trajectory in orbit insertion, during ground start, there is a point of carrier rocket start, whose position on the Earth's surface is pre-determined. At this point the rocket has a velocity due to the rotation of the planet. An active phase of orbital SC insertion is the most intensive of all phases of flight. At this stage, the SC construction is in the limit.

With the help of terrestrial and satellite radio communication systems the problem of information exchange between mobile objects is solving. Particularly acute this problem seems to be during the spacecraft insertion into the orbit, since

there are such extreme conditions as the trajectory of the flight, the aerodynamic resistance of the external gas environment, solar and geomagnetic activity and other factors that significantly affect the quality of communication with the spacecraft. To the limiting conditions the direction of the engine thrust at the start is included. During the air start in the number of boundary conditions that are included, in addition, altitude, velocity and direction of the aircraft flight at the time of separation media. The Earth also takes part in the orbital injection of a SC into Earth orbit. While sojourning on the surface, the carrier by its rotation before the start acquires a certain initial velocity.

In terms of SC reentry to the atmosphere at hypersonic speeds, due to aerodynamic resistance of external gaseous medium, their shell heats up. Such SC's include: manned space objects, space landers, space probes, warheads, intercontinental missiles, capsules with samples and objects that can or must be burned, for instance, satellites that have exhausted their resource and so on.

As a result of heating, massive amounts of heat releases, which leads to the formation of plasma around the aircraft. The plasma absorbs the radar radiation. As a consequence, a frequency selective fading environment, impervious to satellite telecommunication signals forms.

This environment completely blocks radio signals and as a result that SC is not able to implement a telemetry link with their communication stations within a few minutes. This period is the most dangerous from the reliability's and safety's of the SC flight point of view.

Not less actual problem in the military aspect: radar signals are blocked by hypersonic homing missiles and warheads of intercontinental ballistic missiles, which could lead to unintended consequences.

The problem of stable radio communication ensuring with the SC is very serious.

The latest technology has changed the ideology of radio communication systems noise immunity construction, have made the application of sophisticated tools that improve and lower the cost of supporting communication functions, and simultaneously open up almost unlimited possibilities of satellite SC telecommunications possible.

However, the capital cost of the creation and introduction of new telecommunication systems quickly compensate, for instance, the reduction of losses from accidents during failure through timely and accurate response.

Noise immunity of radio communication with SC can be improved by such approaches:

- organizational;
- energy;
- signals.

The organizational approach involves the arrangement of sources and radio signals receivers, and the specific frequencies choice. This approach is not very effective, because there is the complexity of hardware implementation and electromagnetic incompatibility between a large number of sources and receivers of radio signals.

Energy approach provides the increase in transmitter power to a level that exceeds the potential barriers. It is widely used in special and military satellite communication systems, but its use is in contradiction with the need of electromagnetic ensure compatibility, regulatory restrictions, and, in addition, is energetically and financially disadvantageous

With the purpose of noise immune radio communicational channel creation, the strengthening of the signal, that can be created by resonance, or agreed by electromagnetic oscillations between plasma shell, especially created by agreed layer and motion object are proposed. Chinese researchers proposed to add this layer for the creation of necessary resonance conditions during their motion at the hyper speed. It is believed, that the agreed layer will perform the functions of the capacitor in the normal electrical circuit. Plasma's shell, on the other side, will act as an inductor which prevents the change of electric current passage through it. When a capacitor and an inductor are connected, they can form a resonant circuit.

Once resonance is reached, the energy begins to flow stably between the plasma and artificially created impedance matching layer, similar to a conventional condenser and coil in an electric circuit. As a result, the radio signal that comes from the radar device may extend through the matching layer and the plasma membrane freely.

But for the effective work of this approach, the thickness of the matching layer and the plasma membrane must be less than the length of electromagnetic waves, which are used to communicate with a movable object. Therefore, the proposed method will not work if the frequency range of the antenna becomes too high, what takes place at present time.

Thanks to the development of digital technology the signal methods to the protection of interference are realized, they based on a digital signal processing, which reduces interference influences. The use of pseudo-random, multi-frequency and broadband signals and methods of noise immune signal coding, are used in modern satellite communication systems with a satisfactory efficiency. Their disadvantage is the need to enhance (sometimes very substantially) radio frequency spectrum. In the conditions of limited frequency resource, this drawback reduces the effectiveness of such approaches, especially in high-speed systems. The application of the signal approaches leads to a reduction in the rate immunity in parallel with the increasing speed of information flow.

During the last years, the noticeable progress in unstable state of the plasma environment that surrounds the SC was reached [6, 7]. Quasineutral plasma consists of both charged (positive ions and negative electrons) and neutral particles, since such particles are moving, plasma can conduct the electrical current.

To prevent the loss of communication with the SC, scientists have proposed several approaches [8].

For instance, using of antennas with the thermal protection, the construction of which owns a reduced sensitivity to its radio transparency for the interaction with the ionized gas of aerodynamic heating. Since plasma shell has changeable thickness a few centimeters, which depends on the velocity of SC, often proposed for the using heat resistant antenna, which are presented for the tape of the plasma sheath.

These approaches, purposed at improving noise immunity of a radio signal

passage, but they significantly impair the aerodynamics of the movable object. At the same time, the available sources do not provide information about creating a noise immune environment, without compromising the aerodynamics of the SC and energy-efficient methods of influence on the plasma membrane.

An alternative approach to improve the noise immunity of satellite telecommunications is the way to effect on plasma's radio impervious shell. It is used to facilitate the passage of radio electromagnetic waves.

This approach is based on the artificial environment creation around slit SC antenna that compensates the influence of the external ionized gas in radio waves [8]. This environment that is created in the middle of SC does not absorb and distort the radio signals. It allows signal passage due to the interaction on the electro-ion level with the external plasma.

Low-temperature precatory, artificially generated plasma interacts with the ionized flow of external ionospheric plasma (ions and electrons), pushing the external plasma flow. As a result, a «window» in the plasma sheath opens for telemetry. Generation of artificial plasma is implemented by relatively simple hardware and fairly energy efficient, without interference into the external SC design. But this approach has a drawback: since the plasma's high temperature film is non-stationary regarding to SC, through the variable environment density, the thermo-gas-dynamic processes and the motion SC velocity, the telemetry «window» will also be unstable. Due to the interaction of positive ions and electrons with artificial plasma, the telemetry signals will be distorted, or even absorbed.

For the noise immune telemetric communication creation, the generation of artificial plasma pulse, for several mc is proposed. Firstly, it requires minimum energy consumption. Secondly, that is enough for the radio signal passage, but not enough for the internal plasma to the external absorption. Low-temperature plasma emitter is situated in the middle of SC, and it does not impair the aerodynamic properties, has small size and low power consumption.

Conclusions

To create noise immune telemetric communication the generation of artificial plasma, which provides unobstructed passage of radio signal are proposed. Artificially created low-temperature plasma emitter does not degrade aerodynamic performance, has small dimensions and economical power consumption.

Using the proposed approach will improve the noise immunity of information transmission in the system of communication with the SC.

References

1. Концепція реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року, схвалена Кабінету Міністрів України від 30 березня 2011 р. No 238- р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua>.
2. Makarenko S. I. Pomehozaschischennost sistem svyazi s psevdosluchaynoy perestroykoy rabochey chastoty [Interference free feature of communication systems with pseudorandom reorganization of operating frequency]

/ S. I. Makarenko, M. S. Ivanov, S. A. Popov // Monografiya. – SPb.: Svoe izdatelstvo, 2013. 166 p.

3. Kozelkov S. V. Shlyahi pidvischennya zavados-tykosti v radiomerezhi peredachi informatsiyi. [The ways of noise immunity in the radio transmission of information increase] / S. V. Kozelkov, D. P. Pashkov, M. V. Korobchinskiy // Systems of weapons and military technology, 2005. # 2(2). pp. 32-35.

4. Garanin M. V. Sistemy i seti peredachi informatsii [Systems and network transmission of information] / M. V. Garanin, V. I. Zhuravlev, S. V. Kunegin. – M.: Radio and communication, 2001. – 336 p.

5. Wolverton M. Piercing the Plasma: Ideas to Beat the Communications Blackout of Reentry. Scientific American. New York: Scientific American. 2009. no. 12. pp. 28–29.

6. Macheret S., Ionikh Y., Martinelli. and et. al. External Control of Plasmas for High -Speed Aerodynamics. Paper AIAA 99- 4853. 3rd WIG Workshop. Norfolk. VA. Nov. 1999, P. 16.

7. Smirnov B. M. Theory of Gas Discharge / B. M. Smirnov // Plasma Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics, Switzerland. – 2015. – P 423.

8. Konyahin G.F. Ustroystvo dlya peredachi in-formatsii so spuskaemogo letatel'nogo apparata [Device for the transfer of information from the spacecraft] / G.F. Konyahin, A. Yu Melashenko, Z. Yu. Litvina // Systems of information processing, 2001. # 5(15). pp. 201-204.

V. Konin, F. Shyshkov, O. Pogurelskiy
(National Aviation University, Ukraine)

Use of GNSS for autonomous navigation on medium Earth orbits

Use of GNSS for space navigation is relatively cheap solution that provides a possibility to find your own position, improved recovery time after manoeuvres for spacecraft and satellites, etc. Medium Earth orbits are not that interesting for business; but they still have their own use. The research provides information about availability of different satellite constellations and some data on accuracy of navigation solution for the medium Earth orbits.

How GNSS works for space users.

Determination of the coordinates of a space vehicle is important for different operations in space (docking, movement to desired orbit, recovery after manoeuvres, etc), or that would be relevant in the near future (with the removal of large orbit space debris and other operations). Even though satellite navigation systems are most effective on the Earth's surface so far, the question arises – how effective are they when moving away from Earth's surface to the space service volume? As stated in interface control documents of GPS and GLONASS, these systems provide full coverage only up to 3000 km for GPS and up to 2000 km for GLONASS above Earth surface.

According to the same document, the GPS space service volume (SSV) lies between 3000 km and 36000 km. There is no performance standard for it as of yet, but the possibility for navigation is actively researched upon.

The coordinates, velocity and time of satellite navigation systems in the medium Earth orbits is performed in the radio navigation field, which is formed by radio signals emitted by satellites. To determine the coordinates in three-dimensional space it is necessary to simultaneously receive signals from at least four satellites (the use of multiple constellations might require more satellites for position fix).

The navigation satellites are located at the height of about 20 000 kilometers above Earth that is within the limits of the investigated area. Therefore, we can only see limited amount of navigation satellites in direct view on the altitudes below 20 000 km and actually no satellites above. To allow the space navigation the so-called off-nadir satellites can be used. They broadcast signal from beyond the Earth's limb. The details are given in Fig. 1.

Fig. 1 depicts how the off-nadir satellites broadcast their signals into space and has several important regions. First is the main lobe region, it corresponds to the signals that are broadcast through the main lobe of the satellite antenna radiation pattern and contain most of the signal strength. They are between the $\pm 13.8^\circ$ to $\pm 23^\circ$, as a part of the signal is shadowed by the Earth. The side lobes region corresponds to the signals broadcast through the side lobes. They feature weak feed and initially were considered parasitic. Their use actually allowed to obtain passable results on higher orbits. They lie between $\pm 30^\circ$ and $\pm 60^\circ$, though the signal strength is not guaranteed.

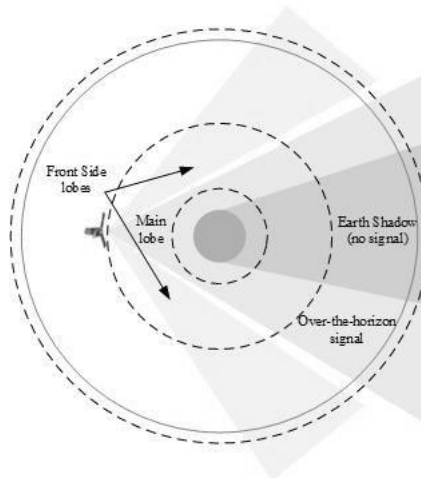


Fig. 1. Propagation of the signal broadcast by off-nadir satellites

Situation on medium Earth orbits

For working with satellite navigation systems in space a software product was created in Matlab, which allows simulating the situation in the given point of near-Earth space and defining the available satellites, dilution of precision (DOP) and other parameters.

The simulation goes through following steps in order to obtain the results:

1. Record, download or generate a Yuma-format almanac that is valid for the time set in the research.
2. Input data for the selected position in the near-Earth space and set other simulation parameters (chosen GNSS constellations, statistical data, constants, other parameters).
3. Extract the almanac data and calculate the satellite ephemeris and parameters for the given time interval.
4. Find which satellites are “seen” from the given position and their “source” (main lobe or the side lobe signal).
5. Calculate the DOP factors that influence the coordinate determination accuracy.
6. Add the errors from normal distribution with given sigma in the measured pseudorange and calculate statistical data.
7. Provide results and graphics.

For the given research the points above Kiev were chosen and with a step of 1000 km starting from 3000 km and up to 36 000 km the simulation was performed. The time moment is the same for all the points in the simulation. The first set of results is provided for GPS system with main lobes only, the second set features the addition of side lobe signals.

Experimental results

The experiment results are organized into tables for convenience reasons. Table 1 illustrates the results of the use of GPS with the signals that are broadcast from main lobes only. The results range from 3000 km to 36 000 km with a 1000 km step. Table 2 provides similar information but with the addition of side lobe signals.

Table 1.

Results of the simulation of main lobe signals for different altitudes

Altitude km	Sat. Nu.	RMS, m	GDOP	Altitude km	Sat. Nu.	RMS, m	GDOP
3000	25	0,5958144	0,65	20000	1	NaN	NaN
4000	25	0,5981717	0,65	21000	1	NaN	NaN
5000	17	0,8115733	0,85	22000	1	NaN	NaN
6000	12	0,9541329	1,04	23000	1	NaN	NaN
7000	8	1,4487548	1,56	24000	1	NaN	NaN
8000	7	2,0098304	2,21	25000	0	NaN	NaN
9000	5	3,9335593	4,40	26000	0	NaN	NaN
10000	5	3,7325644	4,50	27000	1	NaN	NaN
11000	5	4,1918383	4,61	28000	1	NaN	NaN
12000	4	4,2266051	4,86	29000	1	NaN	NaN
13000	4	4,4914005	5,00	30000	1	NaN	NaN
14000	4	4,7184398	5,14	31000	1	NaN	NaN
15000	3	NaN	NaN	32000	1	NaN	NaN
16000	2	NaN	NaN	33000	2	NaN	NaN
17000	1	NaN	NaN	34000	2	NaN	NaN
18000	1	NaN	NaN	35000	2	NaN	NaN
19000	1	NaN	NaN	36000	2	NaN	NaN

The results from Table 1 clearly indicate that the main lobe signals are clearly not enough for consistent navigation in higher near-Earth orbits. Column one indicates the investigated altitude, while column 2 shows the number of visible satellites. The root-mean square (RMS) error illustrates the error of the user position estimations. The RMS of the error injected to the calculated pseudoranges was 1.7 m, as there are no ionospheric or multipath errors and the main contributor is distance. The solar radiation is not taken into account in the model. It should also be noted that this is a combined error for all three coordinates' estimation. The fourth column provides the information about the Geometrical dilution of precision (GDOP) that affects the accuracy of user coordinates estimation. Other columns repeat the four mentioned above to save space.

When the spacecraft moves through lower levels it can still access the satellites that are in direct view and the satellites' geometry allows finding a lot of off-nadir signals, but as one fly to the higher altitudes the situation changes. Starting from about 5000 km only 3 satellites can be seen in direct view. The number of

direct view satellites further decreases to 1 at 7000 km (the only satellite which is directly above the given point) and even it disappears at 15 000 km. The number of the off-nadir satellites also decreases. There were 7 satellites available at 7000 km, but their number decreased to only 2 at 15 000 km.

The accuracy of coordinate determination is highly affected by the number of visible satellites. Therefore, the RMS also decreases with the decrease of satellite number. It starts from about 0.6 m on 3000 km orbit and decreases to 0.8 m at 5000 km, 1.45 m at 7000 km. The worst value of 4.71 m is obtained at 14 000 km, and the real-time navigation solution is unavailable further. It is quite common for only 1 or 2 satellites to be available on higher Earth orbits. The GDOP factor scales in a similar pattern from 0.65 on 3000 km and up to 5.14 on 14000 km.

It should be noted that it is still possible to obtain 4 satellites on higher Earth orbits (especially on geostationary one), but it is a rare occasion and requires significant observation time to find at least several occasions.

Table 2.

Results of the simulation of main lobe and side lobes signals for different altitudes

Altitude km	Sat. Nu.	RMS, m	GDOP	Altitude km	Sat. Nu.	RMS, m	GDOP
3000	25	0,5873438	0,65	20000	17	2,44841	3,10
4000	25	0,5938636	0,66	21000	16	3,02274	4,06
5000	17	0,8075414	0,85	22000	17	3,02800	4,09
6000	12	0,9979992	1,04	23000	17	3,27271	4,32
7000	10	1,1564275	1,29	24000	17	3,27676	4,57
8000	16	0,7871602	0,85	25000	16	4,28884	5,53
9000	15	0,7872386	0,88	26000	14	5,89136	8,95
10000	19	0,7194890	0,78	27000	15	4,83596	6,87
11000	22	0,6788834	0,75	28000	15	5,19556	7,20
12000	23	0,6960661	0,75	29000	15	5,34248	7,53
13000	23	0,6914038	0,77	30000	14	5,90983	8,37
14000	25	0,6870121	0,76	31000	15	6,01649	8,26
15000	24	0,7980708	0,95	32000	15	6,19354	8,61
16000	25	0,7315174	0,82	33000	16	5,21163	7,56
17000	23	0,8000663	0,95	34000	17	5,96475	7,74
18000	22	0,9150437	1,04	35000	17	5,71200	8,05
19000	18	1,9772337	2,55	36000	16	5,99137	8,72

The results from Table 2 indicate a significant improvement as compared to the results of the main lobe only research. Though the lower altitudes are not affected by the presence of side lobe signals due to their interesting geometry (check Fig. 1). The number of visible satellites is same as in Table 1 for up to 6 000 km inclusive. From there on the solution is affected by the side lobe signals. The addition of side lobes has allowed to obtain solution for the entire range of altitudes.

Moreover, the accuracy has significantly improved. The RMS error is only 0.687 m at the altitude of 14 000 km, while the RMS error is equal to 4.72 m for a corresponding altitude in Table 1. It is interesting to note that DOP factors significantly increase with the increase of altitude, which is a bad sign. If we compare the values of GDOP on the altitudes of 36000 km and 8000 km, we can see that the values of GDOP differ between each other by more than 10 times, which results in RMS errors of 5.99 m and 0.79 m for the respective altitudes. The number of visible satellites is 16 for both heights.

Conclusions

The research indicates that it is impossible to use the satellite navigation for medium Earth orbits if only the main lobe signals are used. There has to be another source of signals for them to work. In this research, the side lobe signals are used to enhance the performance of satellite navigation. They make it cheap and viable to employ this navigation type for the autonomous position determining in a spacecraft or the enhanced manoeuvre recovery, as satellite navigation only requires a sensitive on-board receiver.

References

1. FAA “Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard”, 4th edition, - September, 2008. - 160 p.
2. Valeriy Konin, Fedir Shyshkov, Olexiy Pogurelskiy, Estimation of Coordinates on Geostationary Orbit by Using GNSS Signals, Proc. Of the 3rd Radar Methods and Remote Sensing Symposium (RMSW 2016), 27-28 September, 2016, Kyiv, Ukraine, - pp.32-35 – Way of Access : DOI: 10.1109/RMSW.2016.7778544
3. V. Konin., A. Pogurelskiy., F. Shyshkov, “GNSS availability on geostationary orbit,” 5-th international conference «Space Technologies: Present and Future», Dnepropetrovsk, 19-21 May 2015, p. 145 - Way of Access: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/25209>
4. Konin, V. Autonomous navigation of service spacecrafts on geostationary orbit using GNSS signals / Valeriy Konin, Fedir Shyshkov // Radioelectronics and Communications Systems. – 2016. – Vol. 59, N 12. - P. 562-566. – Way of Access : DOI : 10.3103/S0735272716120049.
5. Konin, V. Model for navigation satellite availability on various orbits analysis / V. Konin., A. Pogurelskiy., F. Shyshkov // Proceedings, THE SIXTH World Con-gress. Aviation in the XXI- st Century. Safety in Aviation and Space Technologies, September 23–25, 2014 .– Kyiv, 2014. – V.2, – P.3.2.22 – 3.2.25 – Way of Access: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/25239>

*T. Shmelova, Doctor of Science
(National Aviation University, Ukraine)*

*A. Konovalova,
(National Aviation University, Ukraine)*

Decision making of ATCO in emergency situation “aircraft decompression”

The analysis of the actions of the flight crew and air traffic controller (ATC) in the flight emergencies has been made with the purpose of the network planning methods, Decision Making in Risk and Uncertainty. Moreover, the determined Decision Making models of the operator's actions in case of the emergency (“Aircraft decompression”) have been developed.

Ensuring safety in complex socio-technical systems such as aviation system is actual for the prevention threats at the operational level, such as breakage of technical equipment or operating personnel error. For the formalization of the behavioural human-operator (H-O) Airnavigation System (ANS) in flight situations the models of diagrams cause and effect relationships - graphs, trees, events and functional networks of stochastic structures - are comforts [1]. The structural analysis of developing ES and Decision Making (DM) by the flight crew and air traffic controller in emergency situation (ES) with the aid of decision tree enabled to obtain such results: graphical-analytical models of ES development and DM in certainly, in Risk and Uncertainty by a H-O in ES.

The main purpose of the article is working-out of DM models of ATCO (operator) in ANS: DM under Certainty, DM under Risk and Decision Making under Uncertainty.

Decision Making under Certainty. The current reality is that many air traffic controllers operators (ATCOs) could go through extensive periods of time without having to deal with emergency or abnormal traffic situations. These are situations which present anything out of the ordinary. Because of this infrequency, it is crucial that ATCOs maintain a level of constant awareness and be kept in practice for dealing with any potential situation to ensure that safety is not compromised when an unusual/emergency event occurs. In “Guidelines for Controller Training in the Handling of Unusual/Emergency Situations” a ‘checklist’ approach is proposed for use by EUROCONTROL in order to ensure proper handling of any unusual and emergency situation which requires controller action. The idea of the checklists is to create step by step plans on how to work for the common goal, and to better coordinate the operation. Therefore, in emergency operators apply the adopted technologies of controller’s work ASSIST (Acknowledge, Separate, Silence, Inform, Support, Time)[2]:

- Acknowledge the call; get the squawk.
- Separate the aircraft from other traffic. Give it space to maneuver.
- Silence – on the frequency. Provide separate frequency where possible – this prevents unnecessary clutter for the pilots.

- Inform those who need to know and those who can help; inform others as appropriate.
- Support the pilots in any way possible – Start to think of alternative routings, etc.
- Time – Give the pilots time to collect their thoughts; don't harass them for information [3].

Technology of work performance by ATC in accordance with “ASSIST” in the emergency situation “Aircraft decompression” is represented in the structural-timing table. The time t of operations procedures (OP) was obtained by using experts from students – ATCs (table 1).

Table 1

Structural-timing table DM of ATCO in ES “Aircraft decompression”

№	OP	Description	Support	t , sec
1.	A ₁	Aircraft decompression (notice the fact of the aircraft descent, performed without clearance)	-	60
2.	A ₂	Acknowledge the emergency descent	A ₁	7
3.	A ₃	Divert the aircraft from the previous route (suggest heading and state minimum safe altitude if necessary)	A ₁ , A ₂	10
4.	A ₄	Clear the airspace beneath the aircraft (separation)	A ₂ , A ₃	10
5.	A ₅	Mode of silence (emergency broadcast) if necessary	A ₁ , A ₂	5
6.	A ₆	Request intentions of the flight crew (time)	A ₁ , A ₄	25
7.	A ₇	Instruction to continue flight on the occupied FL	A ₁ , A ₆	5
8.	A ₈	Provide the information about the alternative a/d or a/d on which the aircraft is intended to land (support the flight)	A ₁ , A ₆	10
9.	A ₉	Inform the emergency services and all the concerned ATS units	A ₁ , A ₇ , A ₈	15
10.	A ₁₀	Provide the priority landing	A ₇ , A ₈	5

Algorithm of human operator DM in the emergency situation

1. To choose the *emergency situation* from the ASSIST list.
2. *Technology* of human operator (ATCO) actions in ES.
3. *Decomposition* of technology on the operational procedures: $a_i, i = \overline{1, n}$.
4. Determine the experts' group opinion (sample average, arithmetical mean) – $t_{grj} = t_{middle}$
 - Determine the coordination of experts' opinion for $t_i, i = \overline{1, n}$.
 - Dispersion for each factor – D_j
 - Square average deviation – σ_j
 - Coefficient of the variation for each $t - v_j$
5. To build the *algorithm* block-scheme.
6. To build the *structural-timing table*.
7. To build the *network graph* of taking the actions by a human-operator (ATCO) in the ES.
8. Determine the *critical time* and the *critical path* of complex work – T_{cr} . [4].

According to this technology the block-scheme of algorithm is represented in the fig. 1 (built with the help of Visio software):

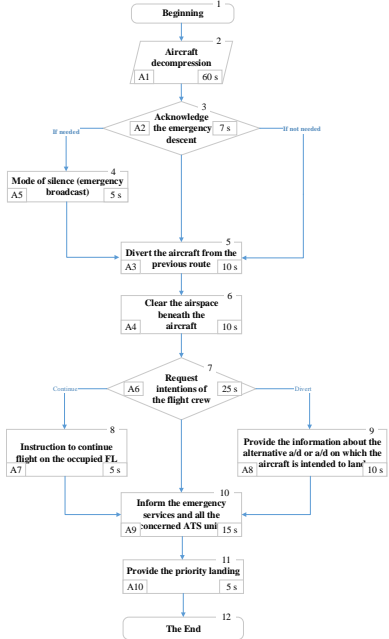


Fig.1 Block-scheme of algorithm DM in ES “Aircraft decompression”

As a result, we obtained the following values (table 2).

Table 2

Definition of time $t_i, i = \overline{1, n}$

Expert	№ of OP									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	61	6	9	11	4	20	4	10	13	5
2	59	6	9	10	6	25	5	10	16	6
3	63	8	11	8	5	27	5	11	14	5
4	57	7	11	11	5	28	6	9	17	4
t_{gr}	60	6,75	10	10	5	25	5	10	15	5
D	6,67	0,92	1,33	2	0,67	12,67	0,67	0,67	3,33	0,67
σ	2,58	0,96	1,15	1,41	0,82	3,56	0,82	0,82	1,82	0,82
v	4,3	14,18	11,54	14,14	16,33	14,24	16,33	8,16	12,17	16,33
Time	60	7	10	10	5	25	5	10	15	5

The network graph of the ATCO actions is shown in the fig. 2. As a result, we obtained the critical time $T_{cr_{min}} = 137$ s on DM in ES “Aircraft decompression” and the critical path is $A1, A2, A3, A4, A6, A8, A9, A10$:

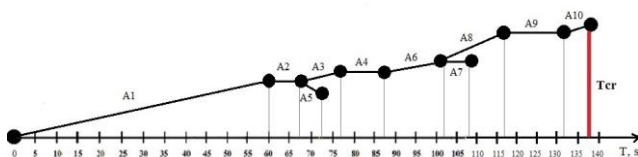


Fig.2 The network graph of DM in EF “Low oil pressure”

Decision Making under Risk. In this part of our work we have to cope with calculation risks during the given emergency situation. It will be suitable to build a risk tree according to this task. All these values are estimated with help of method of expert’s estimates (fig.3): a_{11} – to continue flight to destination aerodrome; a_{12} – to make forced landing; a_{21} – to land on the nearest aerodrome (Poltava or Kirovograd); a_{22} – to land at alternative aerodrome (Boryspil’) or divert to the departure aerodrome (Dnipropetrovs’k); a_{31} – to land at Poltava; a_{32} – to land at Kirovograd; a_{41} – to land at alternative aerodrome (Boryspil’); a_{42} – to divert to the departure aerodrome (Dnipropetrovs’k).

According to the calculations, the optimal solution is a_{12}, a_{21} and a_{31} . So, in the conclusion we may say that in case of pressurization problems the pilot should make a forced landing at the nearest aerodrome Poltava.

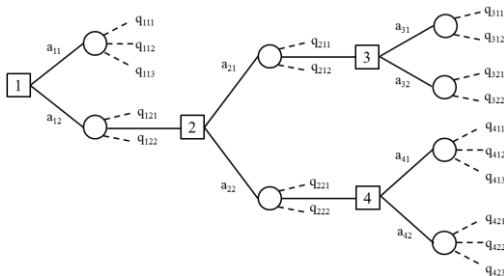


Fig.3 Solution of decision tree

Decision Making under Uncertainty (using the criteria of Vald, Hurwitz, Laplace and Savage). Decision making under uncertainty, as under risk, involves alternative actions whose payoffs depend on the (random) states of nature. In decision making under uncertainty, the decision maker has no knowledge regarding any of the states of nature outcomes, and/or it is costly to obtain the needed information. In such cases, the DM depends merely on the decision maker's personality type [5].

We define a set of factors that influence the decision $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$: λ_1 - Availability of fuel on board; λ_2 - Remoteness; λ_3 - TC RWY; λ_4 - Weather

conditions; λ_5 - The lighting system approach; λ_6 - System approach; λ_7 - The navigation aids; λ_8 - RWY conditions. Result of DM are illustrated in table 3.

Table 3

Solution of DM in Uncertainty											
N	A/d	Factors								Calculations	
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	V	L
A ₁	Landing at Boryspil a/d	9	8	5	3	7	8	5	4	3	6.1
A ₂	Landing at Zhuliany a/d	10	7	7	5	8	7	6	3	3	6.6
A ₃	Landing at Gostomel a/d	7	5	6	7	5	6	3	8	3	5.9
A ₄	Landing at Antonov a/d	6	6	8	8	4	7	4	5	4	6

According to the obtained matrix we see that if this flight is regular it is better to land at Zhuliany aerodrome for the most optimal solution regarding to Laplace criterion. But regarding Vald criterion it is better to land at Antonov aerodrome if this flight is performed for the first time.

Conclusion

During the performance of this work, we investigated such theme as decision making of ATC in the emergency situation. In this case ANS is considered to be a complex socio-technical system. The analysis of the actions of the flight crew and ATC in the flight emergencies has been made with the purpose of the network planning methods. Moreover, the determined Decision Making models of the operator’s actions in case of the emergency (“Aircraft decompression”) have been developed.

References

1. Decision-making in socio-technical systems: monograph / V.P.Kharchenko, T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda. – Kyev: NAU, 2016. – 308 c.
2. http://www.skybrary.aero/index.php/Guidelines_for_Dealing_with_Unusual/Emergency_Situations_in_ATC
3. Guidelines for Controller Training in the Handling of Unusual/Emergency Situations. – EUROCONTROL, 2003. – 50 p.
4. V. Kharchenko, T. Shmelova, J. Sikirda. (2012) *Decision making in ANS*, Monography, Kirovograd, 292 p.
5. Kharchenko V.P.Modeling of behavioral activity of air navigation system's human-operator in flight emergencies / V.P.Kharchenko, T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda // Proceedings of the National Aviation University. – 2012. – №2. – P. 5-17.

Расчёт точности дальномерного оборудования DME для определённой высоты полёта и геометрии взаимного расположения

Рассмотрен процесс оценивания точности выдерживания заданной линии положения по дальномерному оборудованию DME. Оценивание выполнено для пар навигационных средств с учётом оптимального их расположения в пространстве. Разработана структурная схема программного обеспечения для расчёта точности, выполнено моделирование для конкретной зоны воздушного пространства.

Вступление

Радионавигационная дальномерная система DME (Distance Measuring Equipment) состоит из наземного и воздушного оборудования и обеспечивает определение расстояние от наземного радиомаяка до воздушного судна путём передачи и получения радионавигационных сигналов [1]. Передатчик, установленный на воздушном судне (ВС), передаёт сигналы на частоте свойственной определённому наземному радиомаяку. Сигналы принимаются наземной станцией DME, которая запускают передачу ответных сигналов на другой спаренной частоте. Эти ответные сигналы принимаются бортовым оборудованием DME, которое измеряет время между посланным запросом и полученным ответом [1]. Далее по известному времени вычисляется наклонное рассеяние, то есть геометрическое расстояние между ВС и наземным радиомаяком.

На протяжении полёта пилот постоянно использует информацию от дальномерных систем для выдерживания определённых линий положений, например на этапе выхода из зоны аэропорта или захода на посадку. Подобный тип навигации был сильно востребован до начала использования системы GNSS, в настоящее время помимо выдерживания заданных линий положения, DME используется также для позиционирования в воздушном пространстве при одновременном использовании сигналов от двух радиомаяков. Позиционирование по радиомаякам DME относят к альтернативным навигационным системам [2-5]. Расчёт точности использования радионавигационных средств и выбор оптимальной пары относятся к наиболее значимым задачам навигации.

Расчёт точности дальномерного оборудования

Радионавигационная система определяет местоположение ВС в пределах определённой зоны действия, которая характеризуется направленностью антенн наземных радиомаяков и дальностью действия [6]. Существуют требования к точности определения местоположения в пределах

зоны действия. Влияние погрешностей измерения необходимо учитывать при выборе радионавигационных точек и определении местоположения ВС.

При использовании двух радиомаяков DME могут быть определены две линии положения, пересечение которых соответствует точке местоположения ВС. При наличии погрешностей определения линий положения возникает отклонение $\Delta\rho$ найденного местоположения от истинного местоположения ВС. Для расчёта точности и определения разницы местоположений может быть использована следующая упрощённая формула:

$$\sigma_{DME/DME} = \frac{\sqrt{\sigma_{DME}^2 + \sigma_{DMEA}^2}}{\sin \alpha},$$

где σ_{DMEA} , σ_{DME} – погрешности определения дальности от наземных радиомаяков в системе DME; α – внутренний угол между направлениями на радиомаяки.

Кроме того, зона действия навигации основанной на использовании двух радионавигационных средств может быть оценена исходя из соображений ухудшения точности на величину более чем в два раза. Исходя из этого возможно вычислить значение углов α для которых будет справедливо следующее:

$$2\sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_A^2} = \frac{\sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_A^2}}{\sin \alpha_{AB}}; \sin \alpha_{AB} \geq \frac{1}{2}.$$

В соответствии с этим, двойном ухудшению точности соответствовать зона ограничена линиями постоянных углов 30° и 150° . Для случая радиомаяков BRP и IKI зона двойного ухудшения точности приведена на рис. 4.

Структурная схема программного обеспечения

Оценивание точности дальномерного оборудования выполним с использованием итеративного алгоритма, оценивающий значение точности для каждой точки воздушного пространства. Для получения множества возможных положений ВС используется сетка элементарных ячеек расположенных на определенной высоте (к примеру требуемой высоте полёта ВС). Обобщённая структурная схема программного обеспечения для расчета точности представлена на рис.1.

Как показано на рис.1 программное обеспечение включает базу данных аэронавигационного оборудования, которая содержит детальную информацию по каждому радиомаяку DME. В соответствии с заданной парой радиомаяков выполняется выбор исходных значений из аэронавигационной базы данных для моделирования. Для выбора точек, необходимо вести код выбранного радиомаяка. Далее производится перевод координат радиомаяков из географической системы LLA в декартовую систему координат ECEF. Далее данные подготавливаются для перевода в локальную систему координат, выбранную таким образом, что один из радиомаяков находится в ее центре. В данной системе координат вычисляется базис системы позиционирования или расстояние между двумя радиомаяками.

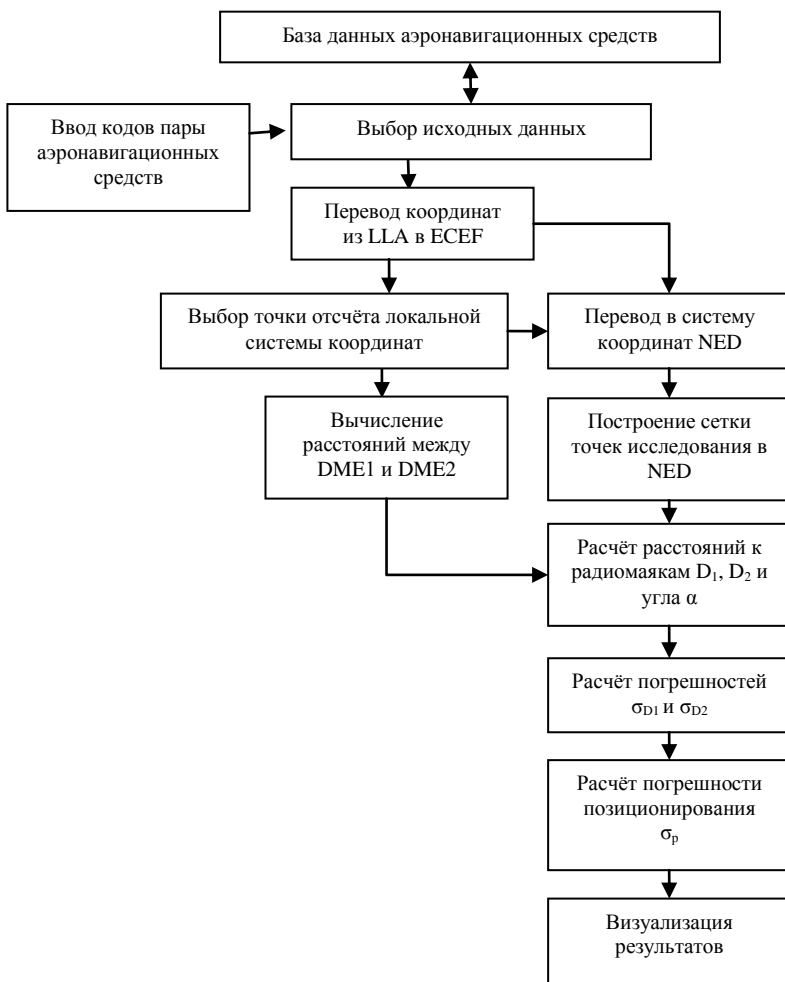


Рис. 1. Структурная схема программного обеспечения

Далее создаётся сетку точек пространства на определённой высоте для расчёта точности в NED системе координат. Схематическое представление сетки представлено на рис. 2.

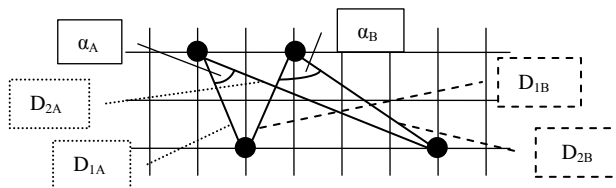


Рис.2. Сетка точек исследования в системе NED

Сформированная матрица узлов сетки используется для вычисления таких параметров, как расстояния от узла сетки до радиомаяков DME1 и DME2 (D_1 и D_2), а также угол α между направлениями из узла сетки на радиомаяки. Для оценивания точности учитываются погрешности измерения расстояний в системе DME (σ_{D1} и σ_{D2}) и общей погрешности позиционирования σ_p .

Результаты компьютерного моделирования

Разработанное программное обеспечение было использовано для оценивание характеристик точности взаимного использования радиомаяков DME в районе аэропорта «Киев». В исследование использовались пара радиомаяков «IKI» и «IKV» относящиеся к навигационным средствам аэропорта «Киев» («Kyiv/Zhuliany»). Результаты расчёта внутреннего угла для данной геометрии радионавигационных средств представлено на рис.3, а оценка точности выдерживания линии положения на рис.4.

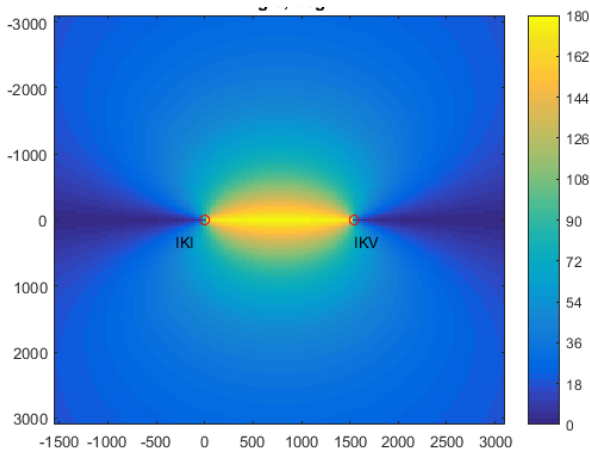


Рис. 3. Результаты расчера взаимного угол α , град

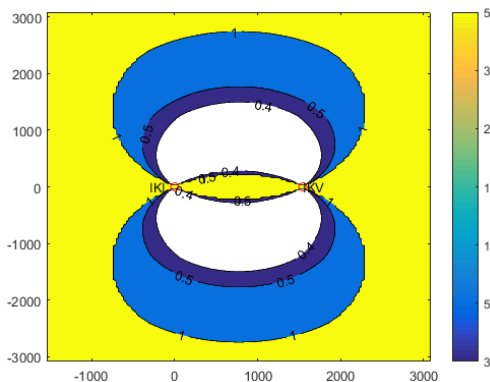


Рис. 4. Результати оцінювання точності позиціонування

Выводы

Представлено програмне забезпечення для розрахунок зони доступності використання пари радіонавігаційних засобів дальномірного обладнання для цілей навігації в певному повітряному просторі. Розроблене програмне забезпечення було використано для моделювання розрахунок точності в зоні аеропорту «Київ» для пари радіомаяків «KI» і «KV».

Список литературы

1. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов – К.: НАУ, 2012 – 281с. – ISBN 978-966-598-783-3
2. Остроумов І.В. Оцінювання точності DME/DME позиціонування для повітряного простору України / Остроумов І.В. // Проблеми інформатизації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 3(43). – К.:НАУ, 2013.– С. 61-67.
3. Ostroumov I., Kuzmenko N. Accuracy estimation of alternative positioning in navigation / 2016 IEEE 4th International Conference «Methods and Systems of Navigation and Motion Control»(MSNMC), October 18-20, – 2016 : proceedings. – Kyiv, 2016. – 291-294 pp.
4. Ostroumov I.V. Analysis of DME/DME positioning facility for Ukrainian airspace // The Seventh World Congress “AVIATION IN THE XXI-st CENTURY” - "Safety in Aviation and Space Technologies". Volume 2. – Kyiv: NAU, 2016. – 3.6.1-3.6.4 pp.
5. Остроумов І.В. Використання радіомаяків DME для визначення місцеположення у повітряному просторі України / І.В.Остроумов, Т.Б. Лопатко // Вісник інженерної академії України. – 2013. – № 4. – С. 300–305.
6. Остроумов І.В. Оцінювання максимальної дальності дії радіонавігаційних засобів / І.В. Остроумов, // Вісник інженерної академії України. – 2016. – № 4.

Розрахунок зони дії радіолокаційних станцій та оцінювання точнісних характеристик

Виконано оцінювання доступності радіолокаційних послуг для повітряного простору України за даними збірника аеронавігаційної інформації. Розглянуто проблему оцінювання точності радіолокаційних вимірювань та виконано комп'ютерне моделювання максимальної точності.

Вступ

На сьогоднішній день весь контроль за повітряним простором виконується за допомогою радіолокаційних станцій. Радіолокаційна станція – це система для віддаленого виявлення повітряних, морських і наземних об'єктів, а також для ведення повітряного судна на всіх етапах польоту. У повітряній навігації, цивільного застосування, радіолокаційні системи застосовують як основне джерело координатної інформації про рух об'єкти – користувачів повітряного простору. Ці системи є основним засобом для організації повітряного руху.

На сьогоднішній день основними джерелами інформації про місцезположення рухомих об'єктів у повітряному просторі для завдань організації повітряного руху залишаються радіолокаційні системи [1].

Порівняно з іншими засобами спостереження радіолокаційні станції є найбільш точними та доступними у повітряному просторі України [2,3]. Радіолокаційна станція, як сенсор виконує вимірювання дальності до об'єкту та кута азимуту, проте як і будь-якому іншому вимірювальному обладнанню радіолокаційній станції притаманні певні похибки вимірювання по дальності та куту. На подальших етапах обробки радіолокаційної інформації координати об'єкта переводяться з полярної до декартової системи координат для наступних обчислень та візуалізації. Відповідно до цього цікаво оцінити вплив похибок радіолокаційної станції на точність визначення координат цілі у декартовій системі координат.

Оцінювання доступності радіолокаційних даних

Оцінювання доступності радіолокаційного обслуговування виконується за допомогою комп'ютерного моделювання та побудови певної сітки можливого місцезположення літака у певній частині повітряного простору. Для обчислень використовуються дані зі збірника аеронавігаційної інформації зокрема інформація стосовно місцезположення радіолокаційних станцій їх максимальної дальності дії та інші характеристики. Надалі для певної висоти польоту виконується обчислення взаємної відстані до радіолокаційної станції. Отримані відстані порівнюються з моделлю, що описує зону їх

функціонування. Потім результати по різних наземним станціям поєднуються та будується графік з контурними лініями, що відповідають кількості доступних засобів у певній частині повітряного простору.

Оцінювання точності

Похибки вимірювань радіолокаційної станції зазвичай складаються з систематичних та випадкових частин. У загальному випадку систематична похибка скомпенсована за рахунок численних вимірювань та спостережень. Випадкові похибки зумовлені впливом великої кількості чинників і підкоряються нормальному закону розподілу з параметрами. Похибки вимірювань дальності $\Delta\rho$ і азимута $\Delta\theta$ є адитивними, тобто результати вимірювань, що надходять в певний момент часу ρ^* і θ^* можна записати у наступному вигляді:

$$\rho^* = \rho + \Delta\rho; \quad \theta^* = \theta + \Delta\theta.$$

Для імітації радіолокаційних вимірювань необхідно для наперед розрахованих точок локації обчислити дальність точки локації до РЛС і азимут.

На наступному етапі застосовуються формули переходу від полярної до декартової системи координат, які у випадку напрямлення вісі x на північ будуть мати такий вигляд:

$$\begin{aligned} x &= \rho \cos(\theta); \\ y &= \rho \sin(\theta). \end{aligned}$$

Для обчислення похибки отримання координат у декартовій системі виконують лінеаризацію рівнянь переходу з застосування розкладу у ряд Тейлора. Наприклад, обмежившись точністю у одну похідну, для координати x можна записати:

$$x^* = f(\rho, \theta) + \frac{\partial f}{\partial \rho}(\rho^* - \rho) + \frac{\partial f}{\partial \theta}(\theta^* - \theta) = x + \frac{\partial f}{\partial \rho} \Delta\rho + \frac{\partial f}{\partial \theta} \Delta\theta.$$

Тобто похибка буде мати наступний вигляд:

$$\Delta x = \frac{\partial f}{\partial \rho} \Delta\rho + \frac{\partial f}{\partial \theta} \Delta\theta = \Delta\rho \sin \theta + \rho \Delta\theta \cos \theta.$$

Оскільки дисперсія матиме наступний вигляд:

$$\sigma_x^2 = M \left[\Delta x^2 \right] = M \left[\rho^2 \sin^2 \theta + 2\rho \Delta\rho \Delta\theta \sin \theta \cos \theta + \rho^2 \Delta\theta^2 \cos^2 \theta \right],$$

тоді матимемо:

$$\sigma_x^2 = \sigma_\rho^2 \sin^2 \theta + \rho^2 \sigma_\theta^2 \cos^2 \theta.$$

Аналогічно для координати y :

$$\sigma_y^2 = \sigma_\rho^2 \cos^2 \theta + \rho^2 \sigma_\theta^2 \sin^2 \theta.$$

Комп'ютерне моделювання

Виконаємо комп'ютерне моделювання оцінювання доступності та точності визначення координат об'єкту для повітряного простору України. Моделювання виконано з використанням даних наведених у збірнику аеронавігаційної інформації [4]. Із цифрового АІР формуємо базу даних

програмного забезпечення, яка містить координати радіолокаційних станцій. За допомогою бази даних картографічної інформації формуюмо базу даних для позначення адміністративних меж країни для цього вводимо координати меж кордонів країни. Загалом структурна схема програмного забезпечення наведена на рис.1.

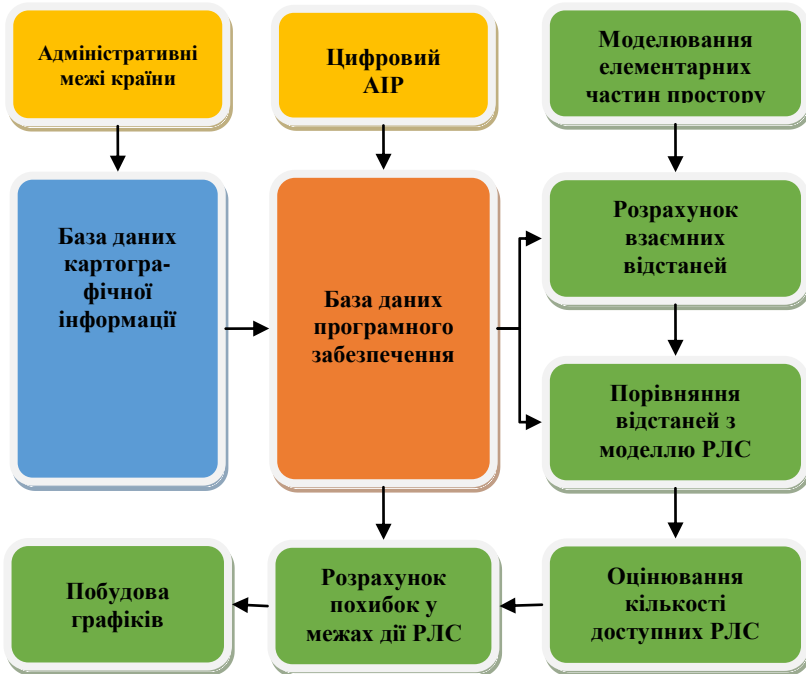


Рис.1. Структурна схема програмного забезпечення

Моделюємо елементарні частинки простору, для цього розіб'ємо наш простір на сітку і знайдемо координати кожної комірки сітки. Далі розрахуємо відстані від кожної комірки до радіолокаційної станції та порівняємо їх з моделями РЛС для оцінювання меж зон їх дії. Оціним кількість доступних РЛС та виконаємо розрахунок похибок. Результати комп'ютерного моделювання наводяться у вигляді контурних графіків.

Наприклад для висоти спостереження 9750 м для повітряного простору України результати комп'ютерного моделювання доступності представлені на рис.1, а різних компонентів точності у локальній, зв'язаний з наземним засобом системи координат на рис.2-3.

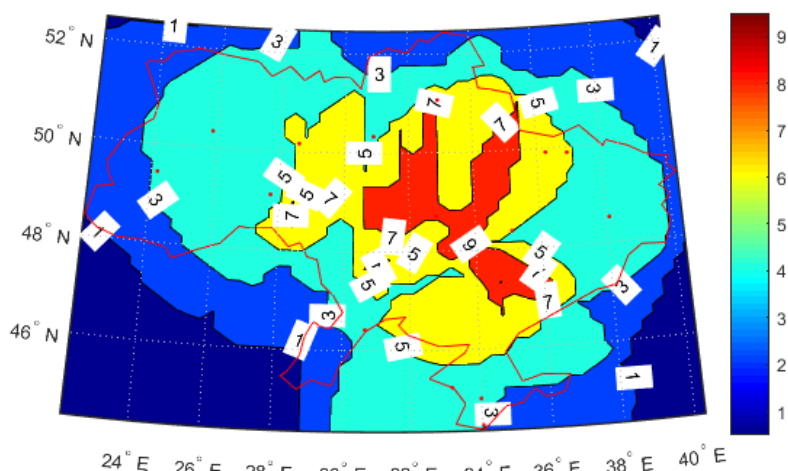


Рис.1. Результати оцінювання доступності

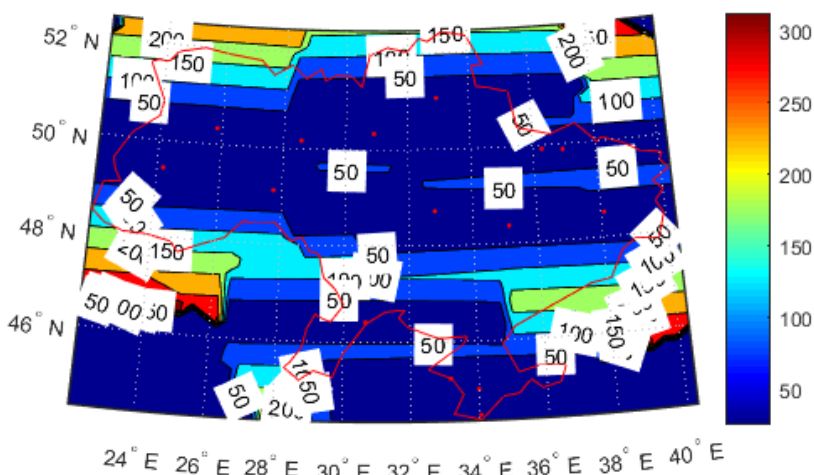


Рис.2. Максимальна точність визначення координат у північному напрямку

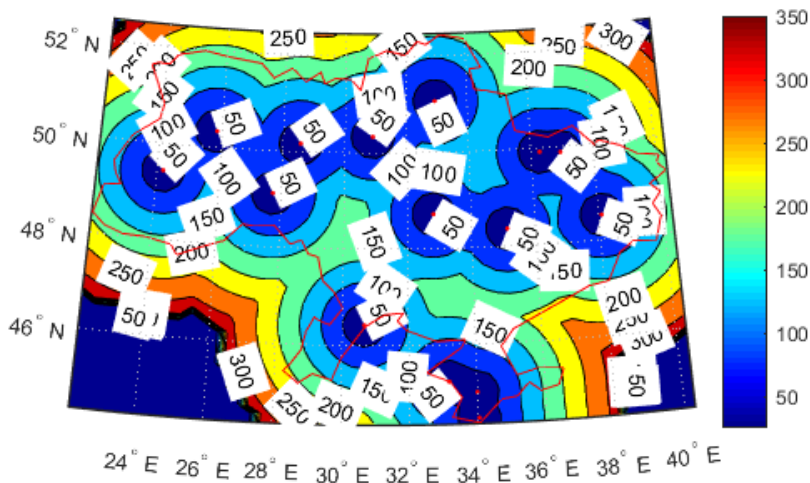


Рис. 4. Загальна точність визначення координат цілі

Висновки

Кожен з радіолокаторів має певну зону покриття відповідно до якої територію можна поділити на певні зони відповідно до точності. Оцінюючи карту зон покриття, можна сказати що радіолокаційні станції забезпечують стовідсоткове покриття всієї території України, не зважаючи на втрати радіолокаторів в східних та південних областях. Є зони в яких аеронавігаційне обслуговування здійснюють від чотирьох до семи радіолокаторів, що забезпечує більшу точність, є зони де контроль здійснюється двома або одним радіолокатором, але все рівно аеронавігаційне обслуговування здійснюється хоча не з такою великою точністю.

Список літератури

1. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов – К.: НАУ, 2012 – 281с. – ISBN 978-966-598-783-3
2. Ostroumov I., Kuzmenko N. Accuracy estimation of alternative positioning in navigation / 2016 IEEE 4th International Conference «Methods and Systems of Navigation and Motion Control»(MSNMC), October 18-20, – 2016 : proceedings. – Kyiv, 2016. – 291-294 pp.
3. Nychak M.V Real time sensors data processing/ M.V. Nychak, V.I. Zaporozhets, I.V. Ostroumov // Polit. Challenges of science today: XIV International Scientific and Practical Conference of Young Researchers and Students, April 2–3, 2014 : theses. – K., 2014. – 35p.
4. Aeronautical Information Publication of Ukraine. Published by AIS of Ukraine under the authority conferred by the State Aviation Administration. – 2017. – electronic version, available by link: <http://www.aisukraine.net>.

Способы формирования в наземных условиях акустического излучения летательных аппаратов с помощью динамической роторной сирены

Проводится сравнительный анализ использования динамических роторных сирен. Предлагаются рекомендации по использованию сирен при акустическом излучении интенсивностью свыше 150 дБ. Рассматривается цепочка предложенных вариантов использования роторных динамических сирен при определенных источниках шума.

В практике изучения свойств механических конструкций, в том числе бортовой аппаратуры, работающих в условиях акустического воздействия высокой интенсивности широкого частотного диапазона, отечественными и зарубежными учеными и инженерами достигнуты значительные успехи. Разработаны методики расчета приближенных (бесконечных по протяженности) механических моделей и некоторых типов уточненных (конечных размеров) моделей [1]. Однако, эти расчеты носят оценочный характер, с большой долей случайности, и не могут обрисовать действительной картины влияния акустического воздействия на материал конструкций и элементы бортовой аппаратуры. Определяющим и окончательным по достоверности в настоящее время все же остается экспериментальное исследование акустической выносливости изделий на специально оборудованных для этого испытательных стендах.

При проектировании таких установок прежде всего требует разрешения вопрос выбора источника акустического излучения, который обладал бы высоким коэффициентом полезного действия, был простым в наладке и эксплуатации и, конечно, имел достаточные возможности формирования звукового поля заданного структурного состава и максимально приближенного к реальному звуковому воздействию. Большинству этих требований, особенно по первому и главному параметру, удовлетворяют сирены.

Следует отметить, что до настоящего времени не выполнены в достаточном объеме расчеты сирен, доведенные до инженерных исполнений. Не проведен сравнительный анализ свойств однороторных и многороторных конструкций, не решены представляющие практический интерес задачи оптимизации и, наконец, совсем не освещен в литературе вопрос влияния на работу сирены кинематического и силового возмущения со стороны основания.

Обобщению уже имеющихся сведений, систематизации методики расчета и проектирования сирен, раскрытию новых особенностей и свойств посвящен настоящий раздел. И, вместе с тем, здесь не ставилась задача проблемного решения вопроса создания звукового поля с помощью сирен, а лишь рассмотрены некоторые аспекты теории и практики, которые, по мнению авторов, либо нуждаются в серьезной доработке, либо до сих пор не нашли отражения в творческих изысканиях специалистов.

Известно, что акустическое излучение интенсивностью выше 150 дБ может привести к усталостным явлениям в материале изделий [2]. Развитие трещин обычно начинается от мест концентрации напряжений – в заклепочных швах, вырезках и т.п. и наблюдается даже в центре панелей [3].

Реакция элементов конструкции на акустические нагрузки, как установлено, в значительной степени зависит от частотной, пространственной и временной характеристик акустического давления. Так, при экспериментальных исследованиях обшивки фюзеляжа самолета ИЛ-18 было обнаружено, что воздействие нагрузок, обусловленных работой воздушных винтов, приводит к возникновению в материале напряжений на частоте 72 Гц резко выраженного импульсного характера. В ответ на это в конструкции возникают собственные импедансные колебания, причем без резонансных проявлений, что говорит о значительном удалении вправо по оси собственных частот элементов.

Основными особенностями нагружения самолетных конструкций в акустическом поле реактивных двигателей и турбулентного пограничного слоя является широкополосный частотный спектр и случайный характер изменения величины акустического давления. Это приводит к тому, что в тонкостенных элементах конструкции генерируется множество форм колебаний, которые могут совпадать с собственными. Сравнивая результаты экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что наиболее опасным, с точки зрения возникновения акустической усталости в материале конструкции и способствующего этому пространственно-частотного резонанса, является широкополосное частотное нагружение, имеющее место, например, в районе реактивной струи при возникновении турбулентности от срыва воздушного потока и др.

Несмотря на достигнутые за последние годы успехи в разработке аналитических методов оценки влияния акустического воздействия на материал конструкций, самым достоверным и окончательным является все же экспериментальное исследование. В связи с этим, первым и главным вопросом представляется выбор источника интенсивного звукового излучения.

В настоящее время нашли применение такие мощные источники шума, как воздушные струи, аэродинамические трубы, реактивные струи двигателей, воздушные винты, громкоговорители, сирены.

Спектр шума реактивных струй (горячих и холодных) наиболее полно воспроизводит натуральный спектр двигателей, а уровень шума, создаваемый ими, составляет 150...170 дБ [4]. Недостатком этого метода является низкий КПД – около 1 %.

Аэродинамические трубы дают наибольшее приближение к условиям возбуждения конструкций от турбулентного пограничного слоя (КПД около 1...2 %)[5].

Громкоговорители (КПД 5...20 %) имеют широкий частотный диапазон – до 2000 Гц, но уровень звукового давления не более 150 дБ в небольших камерах [6]. В реверберационных камерах, к слову сказать, могут сами повреждаться от генерируемого ими шума.

Наибольшее распространение среди других типов источников шума получили сирены. Они позволяют генерировать звуковые давления 160...180 дБ

с частотным диапазоном от 50 Гц до 5000 Гц. При этом коэффициент полезного действия у них самый высокий и составляет 4...40 %.

Одним из первых источников широкополосного шума была предложена в США фон Гирке и др. многороторная сирена [6]. Наряду с достоинствами – возможностью генерировать шум с общим звуковым давлением до 170 дБ и акустической мощностью 50 кВт – многороторные сирены обладают рядом недостатков – ни теоретически, ни экспериментально не установлены оптимальные параметры роторов для получения заданного спектра, имеются сложности в изготовлении, наладке и эксплуатации таких сирен.

Оригинальная конструкция сирены для создания случайного шума предложена сотрудниками Саутгемптонского университета [7]. Модуляция воздушного потока здесь производится с помощью стальной ленты с отверстиями, расположенными по остаточному циклическому квадратичному цепному коду. Протягивая с большой скоростью ленту, прерывают воздушный поток, вследствие чего возникают звуковые колебания, уровень которых достигает 165 дБ. К недостаткам конструкции можно отнести сложность эксплуатации стальной ленты.

Таким образом, в настоящее время создано довольно много стендов для испытания изделий на акустическую прочность. По частотным характеристикам эти установки могут быть разделены на два класса – дискретные и широкополосные. Причем, вторые, как уже отмечалось, наилучшим образом воспроизводят натурные условия.

В отечественной литературе первые и, по-видимому, самые полные сведения по теории и расчету сирен представлены в работах [8, 9]. Исследована математическая модель роторной сирены, влияние геометрических параметров окон и расстояния между дисками ротора и статора на структуру спектра и интенсивность звука.

В более позднее время целый ряд исследований за рубежом [10, 11] и в Украине [12, 13] также были посвящены созданию и описанию сирен.

В связи с бурным развитием мощных двигательных установок, особенно в ракетостроении, снова остро встал вопрос исследования элементов конструкции и бортовой аппаратуры на акустическую устойчивость, особенно при интенсивности 150 дБ и выше. К сожалению, оказалось, что мощных генераторов звука имеется считанное количество, а вопросы теории, расчета и проектирования пневматических роторных сирен для создания широкополосного акустического воздействия высокой интенсивности либо раскрыты частично, либо имеют существенные некорректности.

Список литературы

1. В.В. Карачун, Я.Ф. Каюк, В.Н. Мельник Волновые задачи поплавокного гироскопа. – К.: “Корнейчук”, 2007. – 228 с.
2. Гудков А.И., Лешаков П.С. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1968. – 327 с.

3. Thrall E.W. Acoustically Induced Fatigue Cause, Solution and Design Analysis. – SAE Preprint, 1960, № 164 A.
4. Doolittle R.D. and Uberal H. Sound Scattering by Elastic Cylindrical, JASA, v. 39, № 2, 1966. – P. 272-276.
5. Ailman C.M. Wind Tunnel Investigation of Fluctuating Pressures at the Surface of 2,75 % Saturn Models. – In: Acoustical Fatigue in Aerospace Structures. Proc. Of the Second International Conference, Dayton, Ohio, April 29 – May 1, 1964, Syracuse, 1965. – P. 278-286.
6. Hubbard H.H., Houbolt S.C. Vibration Induced by Acoustic Waves. – In: Shock and Vibration Handbook, Ed. By Harris C.M. and Crede Ch. E. 1961. – P. 321-332.
7. Parks P.C., Mercer C.A. A “Random” Siren Using Circle Chain Codes. – In: Reports 5 Congr. International D’Acoustique, 1965, vol. 54. – P. 1072-1076.
8. Карновский М.И. К расчету сирен // Изв. ВУЗов. Радиотехника. – 1958. - №1. – С. 64-68.
9. Карновский М.И. Теория и расчет сирен // Журн. техн. физики. – Л.: Изд-во АН СССР. – 1945. – Т.XV. – Вып. 6. – С. 348-364.
10. Allen C.H., Rudneck J. A powerful high frequency siren. – JASA, 1947, 19, № 5. – P 874-879.
11. Beicher P.M. Use of a high intensity siren in fatigue testing of structures subjected to acoustical forcing. Proc. 52 nd meeting of Acoustical Society of America. Los Angeles, Calif., № 15, 1956.
12. Веллер В.А., Степанов Б.И. Ультразвуковые сирены с приводом от электродвигателя // Акустич. журнал, 1963. – 9. – Вып. 3. – С. 291-295.
13. Вьяльцев В.В., Хоргуани В.Г. Мощная низкочастотная звуковая сирена // Акуст. Журнал, 1961. – 7. – Вып. 3. – С. 377-378.

О.А. Асафтей
(Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина)

Функции модуляции однороторной пневматической сирены

Рассматривается работа однороторной пневматической сирены. Представляется функция модуляции в виде периодической quasi трапецидальной функции. Описывается форма функции модуляции, которая в каждом конкретном случае определяется экспериментально. Рассмотрена функция модуляции, в случае, когда является четной и периодической, а расположение окон на диске статора взаимное

Работу однороторной сирены проиллюстрируем на примере известной ее технической реализации [1]. Механическая модель представляет собой два соосных диска с радиальными окнами, один из которых – ротор – подвижен, а другой – статор – неподвижен и жестко крепится к корпусу сирены. Поток воздуха под давлением поступает в камеру сирены, а затем, проходя через окна статора, прерывается вращающимся ротором и создает звуковые колебания среды.

Принимая размеры дисков малыми по сравнению с длиной волны, считаем акустический процесс подчиняющимся линейным уравнениям.

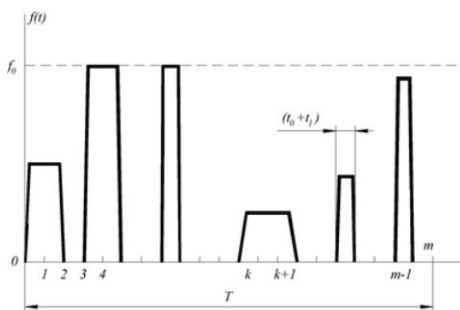


Рис. 1. Функция модуляции однороторной пневматической сирены

При принятой геометрии окон функция модуляции воздушного потока $f(t)$ будет практически повторять геометрию окон ротора и, поэтому, может быть представлена в данном случае в виде периодической quasi трапецидальной функции (рис.1) с периодом $T = 2\pi / \omega$. Здесь ω – угловая скорость вращения ротора в с^{-1} . Длительность единичного импульса $(t_0 + t_1)$ определяется равенством $(t_0 + t_1) = T / m$, а

m – число равных участков, на которые разбивается окружность ротора. Таким образом, продолжительность единичного импульса будет определять минимальный размер окна ротора.

Вообще говоря, форма функции модуляции может быть несколько иной и определяется в каждом конкретном случае экспериментально, так как здесь, помимо прочего, немаловажную роль играют и параметры компрессорной системы [2]. Так, например, функция модуляции может иметь вид

коммутированной синусоиды, треугольной формы, сопряженных дуг парабол и других, более сложных, конфигураций.

Чтобы получить требуемую форму функции модуляции необходимо обеспечить давление в набегающей струе не менее 2.3 атм. , так как дальнейший прирост уровня давления не оказывает решающего влияния на скорость воздуха в выхлопной струе, определяющей, в основном, звуковую мощность.

С другой стороны, при работе сирены возможен одновременный расход воздуха через несколько окон, что отразится на уровне давления струи, поэтому, обеспечив, например, двойной или тройной запас уровня давления компрессора, можно достичь требуемого постоянства давления нагнетаемого потока среды.

Чтобы обеспечить случайный характер распределения окон по окружности диска ротора, они наносятся по остаточному циклическому квадратичному цепному коду, вследствие чего, на некоторых участках окна могут находиться рядом, а на других отсутствовать. На тех участках, где окна нанесены, значение функции модуляции определяется выражением $f(t) = \lambda k f_0$ ($0 \leq \lambda k \leq 1$, k – номер участка), там, где окна отсутствуют – функция модуляции равна нулю.

Предположим для простоты, что функция модуляции $f(t)$ является четной и периодической, т.е. $f(t) = f(t+T)$. В этом случае она может быть представлена в виде разложения в тригонометрический ряд

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\omega t \quad (1)$$

с коэффициентами

$$\frac{a_0}{2} = f_0 \cdot \frac{t_0 + t_1}{2T}; \quad a_n = f_0 \frac{t_0 + t_1}{T} \cdot \frac{\sin\left(\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}\right)}{\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}} \cdot \frac{\sin\left(\pi n \frac{t_0 + t_1}{2T}\right)}{\pi n \frac{t_0 + t_1}{2T}},$$

где n – номер гармоники; f_0 – высота импульса; $\pi = 3,14$.

Не рассматривая те участки, где функция модуляции равна нулю, т.е. $f(t) = 0$ и, просуммировав по участкам с импульсами, получим

$$\frac{a_0}{2} = \sum_{k=1}^p \lambda_k f_0 \frac{t_0 + t_1}{2T}; \quad a_n = \sum_{k=1}^p \lambda_k f_0 \frac{t_0 + t_1}{T} \cdot \frac{\sin\left(\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}\right)}{\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}} \cdot \frac{\sin\left(\pi n \frac{t_0 + t_1}{2T}\right)}{\pi n \frac{t_0 + t_1}{2T}},$$

где p – число единичных импульсов в течение периода T , поэтому $1 < p \leq m$;

сумма $\sum_{k=1}^p /$ обозначает, что значения параметра k берутся не подряд, а только

для участков с импульсами, т.е. $f(t) = \lambda k f_0$; t_1 – время формирования фронта импульса (рис.3).

Таким образом, функция модуляции будет иметь вид:

$$f(t) = \sum_{k=1}^P \lambda_k f_0 \frac{t_0 + t_1}{2T} + \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1}^P \lambda_k f_0 \frac{t_0 + t_1}{T} \cdot \frac{\sin\left(\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}\right)}{\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}} \cdot \frac{\sin\left(\pi n \frac{t_0 - t_1}{2T}\right)}{\pi n \frac{t_0 + t_1}{2T}} \cdot \cos n \omega t. \quad (2)$$

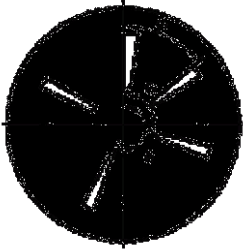


Рис. 2. Взаимное расположение окон на диске статора

Формула (2) справедлива для случая, когда на статоре имеется только одно окно. Если на статоре будет нанесено s окон одинакового размера, равноудаленных от центра диска статора и сдвинутых относительно базовой оси на угол φ_i (рис. 2), то функция модуляции всего потока среды, проходящего через сирену, будет равна сумме функций модуляции всех окон.

С учетом указанного, формула (1) преобразуется к виду [3]:

$$f(t - t_i) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n \omega (t - t_i), \quad (3)$$

где $t_i = \varphi_i / \omega$.

Таким образом, суммарная функция модуляции, с учетом (3), будет определяться выражением

$$f_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^S \left[\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n \omega (t - t_i) \right] \quad (4)$$

где s – количество окон.

В окончательном виде функция модуляции может быть представлена выражением –

$$f_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^S \left\{ \frac{p f_0}{2m} + \frac{4mp f_0}{\pi |m \omega t_0 - \pi|} \sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} \cdot \sin\left(\frac{m \omega t_0 - \pi}{2m}\right) \sin\left(\pi \frac{n}{2m}\right) \cos n \omega (t - t_i) \right\}. \quad (5)$$

Обозначив

$$\frac{4mp f_0}{\pi |m \omega t_0 - \pi|} \sum_{i=1}^S \sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} \sin\left(\frac{m \omega t_0 - \pi}{2m}\right) \cdot \sin\left(\pi \frac{n}{2m}\right) \cos n \phi_i = B_n; \quad (6)$$

$$\frac{4mp f_0}{\pi |m \omega t_0 - \pi|} \sum_{i=1}^S \sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} \sin\left(\frac{m \omega t_0 - \pi}{2m}\right) \cdot \sin\left(\pi \frac{n}{2m}\right) \sin n \phi_i = C_n,$$

можем вычислить амплитуды A_n гармоник спектра применив известное равенство Парсеваля

$$A_n = \left[B_n^2 + C_n^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{4mpf_0}{\pi |m\omega t_0 - \pi|} \left\{ \left[\sum_{i=1}^S \sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} \sin \left(n \frac{m\omega t_0 - \pi}{2m} \right) \sin \left(\pi \frac{n}{2m} \right) \cos n\phi_i \right]^2 + \right. \\ \left. + \left[\sum_{i=1}^S \sum_{n=1}^{\infty} n^{-2} \sin \left(n \frac{m\omega t_0 - \pi}{2m} \right) \sin \left(\pi \frac{n}{2m} \right) \sin n\phi_i \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (7)$$

Список литературы

1. Матохнюк Л.Е., Кашталян А.Ю. Однороторная сирена. А.С. № 228565 МПК G 10 K. – Бюл. № 31, 1963.
2. Карновский М.И. К расчету сирен // Изв. ВУЗов. Радиотехника. – 1958. - №1. – С. 64-68..
3. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения / Кузьменко В.А., Матохнюк Л.Е., Писаренко Г.Г., Троян И.А., Шевчук А.Д. – К.: Наук. думка, 1979. – 325 с.

В.А. Швец, к.т.н., А. В. Швец
(Национальный авиационный университет, Украина)
В.В. Швец
(Европейский университет, Украина)

Импульсная характеристика пространственного фильтра как аналог корреляционной матрицы помехи в адаптивной антенной решетке навигационных систем GPS, ГЛОНАСС, GALILEO

Представлен метод прямого вычисления обратной корреляционной матрицы помехи для решения уравнения Виннера-Хопфа в адаптивных антенных решетках и формировании "нуля" диаграммы направленности при устранении помех навигационным системам GPS, ГЛОНАСС, GALILEO.

Актуальность повышения помехоустойчивости аппаратуры спутниковой навигации становится все более значительной по мере расширения сферы применения спутниковых технологий. Особое внимание ей уделяется при использовании глобальных навигационных систем. Многообразие источников помех обуславливает целый ряд направлений борьбы с ними. Наиболее действенным способом устранения помех на сегодняшний день признано применение адаптивных антенных решеток (ААР). Адаптивная решетка с помощью весовых коэффициентов в тракте приема формирует "ноль" в диаграмме направленности на источник помехи. Основным выражением при вычислении весовых коэффициентов является уравнение Винера-Хопфа (1), в котором используется обратная корреляционная матрица помехи.

$$\mathbf{w} = \mathbf{R}_{\Pi}^{-1} \cdot \mathbf{s} \quad (1)$$

где: \mathbf{w} — вектор весовых коэффициентов, \mathbf{R}_{Π}^{-1} — обратная корреляционная матрица помехи, \mathbf{s} — вектор амплитудно-фазового распределения сигнала в каналах приема ААР.

Предложенные методы [1,2] предполагают априорные знания одного из элементов уравнения (1), как правило, это полная или частичная информация о сигнале. На практике характеристики помехи и сигнала не только неизвестны, но и постоянно изменяются. Поэтому необходимо обновлять значения весового вектора, чтобы отслеживать изменение сигнально-помеховой обстановки. Это приводит к постоянной оценке вектора сигнала \mathbf{s} и матрицы помехи \mathbf{R} .

В настоящее время предлагается применять прямые методы оценки корреляционной матрицы помехи [3], однако, основная трудность в этом методе заключается в обращении плохо обусловленной матрицы помехи \mathbf{R} или, что эквивалентно, в решении плохо обусловленной системы линейных уравнений с матрицей помехи \mathbf{R} .

Устранить эту трудность можно следующим образом. Предположим, что первичным датчиком в источнике помех является генератор белого шума, корреляционная окраска помехи появится при прохождении трактов передатчика, пространственного канала передачи (это основной окрашиваемый канал) и трактов приемника навигационных сигналов или адаптивной антенной системы.

Согласно разделу 2.2 [4] спектральная плотность мощности помехи определяется корреляционной функцией.

Тогда импульсную характеристику формирующего фильтра можно определить через корреляционную функцию помехи

$$h(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega_c} \left[\int_0^{\tau} R(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau \right] e^{j\omega t} d\omega. \quad (2)$$

Выражение (2) можно записать в матричном виде для дискретных сигналов

$$\mathbf{h} = \mathbf{W}^* \mathbf{W} \mathbf{r}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

где: $\mathbf{W} = e^{-j\frac{2\pi kn}{N}}$ — матрица поворачивающих множителей дискретного преобразования Фурье, \mathbf{W}^* — матрица комплексно-сопряженная к \mathbf{W} , \mathbf{r} — вектор значений корреляционной функции, \mathbf{h} — вектор импульсной характеристики.

Исходя из того, что ААР является пространственным фильтром выражение (3) можно записать для двумерного вида размерности $N \times N$

$$\mathbf{H} = \mathbf{W}^* \mathbf{W} \mathbf{R}^{\frac{1}{2}}, \quad (4)$$

Найдем обратную корреляционную матрицу из (4). После возведения (4) в квадрат получим

$$\mathbf{H}^2 = \mathbf{W}^{*2} \mathbf{W} \mathbf{R}. \quad (5)$$

Проведем умножение справа обеих частей (5) на \mathbf{R}^{-1}

$$\mathbf{H}^2 \mathbf{R}^{-1} = \mathbf{W}^{*2} \mathbf{W} \mathbf{R} \mathbf{R}^{-1} = \mathbf{W}^{*2} \mathbf{W} \mathbf{I} = \mathbf{W}^{*2} \mathbf{W}. \quad (6)$$

Умножим слева обе части (6) на $(\mathbf{H}^2)^{-1}$

$$\begin{aligned}\mathbf{H}^2{}^{-1}\mathbf{H}^2\mathbf{R}^{-1} &= \mathbf{H}^2{}^{-1}\mathbf{W}^{*2}\mathbf{W}, \\ \mathbf{I}\mathbf{R}^{-1} &= \mathbf{H}^2{}^{-1}\mathbf{W}^{*2}\mathbf{W}, \\ \mathbf{R}^{-1} &= \mathbf{H}^2{}^{-1}\mathbf{W}^{*2}\mathbf{W}.\end{aligned}\tag{7}$$

где: \mathbf{R}^{-1} — обратная корреляционная матрица помехи, \mathbf{H} — матрица импульсной характеристики источника помехи, \mathbf{I} — единичная матрица. Таким образом (7) является выражением для определения обратной корреляционной матрицы помехи.

В выражении (7) матрица \mathbf{H} , как и матрица \mathbf{R} является неизвестной. Получить импульсную характеристику фильтра можно воспользовавшись методом *идентификации системы*. Под термином *идентификация системы* понимают определение характеристики $h(n)$, если она не известна.

Выход системы связан с ее входом следующим соотношением (сверткой)

$$y(n) = \sum_{m=0}^n h(m)x(n-m) = h(n) \otimes x(n)$$

где: $y(n)$ — выходная последовательность (помеха с корреляционной функцией r), $x(n)$ — входная последовательность (нормальный белый шум), $h(n)$ — искомая импульсная характеристика формирующего фильтра.

Таким образом, имея в ААР генератор белого шума из входной последовательности (т. е.) с выходов усилителей промежуточной частоты методом идентификации системы определяется импульсная характеристика, необходимая для вычисления обратной корреляционной матрицы в выражении (1).

Список литературы

1. Лосев Ю. И. Адаптивная компенсация помех в каналах связи / Ю. И. Лосев, А. Г. Бердников, Э. Ш. Гойхман, Б. Д. Сизов; Под ред. Ю. И. Лосева. — М.: Радио и связь, 1988. — 208 с. — ISBN 5-256-000-30-6.
2. Монзинго Р. А. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию / Р. А. Монзинго, Т. У Миллер / Пер. с англ. / Под ред. В. А. Лексаченко. — М.: Радио и связь, 1986. — 448с.
3. Ратынский М. В. Адаптация и сверхразрешение в антенных решетках / М. В. Ратынский. — М.: Радио и связь, 2003. — 200 с. — ISBN 5-256-01698-9.
4. Быков В. В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике / В. В. Быков. — М.: Советское радио, 1971. — 328 с.

Э.А. Ковалевский, к.т.н., М. Кондратюк, с.н.с.
(Национальный авиационный университет, Украина)

Локация источника излучения тремя пеленгаторами

Рассматривается система пеленгаторов, как составная часть аэродромного комплекса мониторинга сигнально-помеховой обстановки. Приведены алгоритмы определения декартовых и угловых координат источника излучения сигнала. Затронуты аспекты применения системы.

Применение глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) в качестве стандартного средства обеспечения захода на посадку и посадки требует решения ряда проблем. Важной проблемой остается независимый контроль характеристик СРНС и обеспечение целевой функциональной устойчивости, живучести навигационного обеспечения, предусматривающей, в частности, борьбу с уязвимостью GNSS при воздействии помех и других внешних факторов. Актуальными направлениями в борьбе с уязвимостью СРНС являются: создание специальных средств обнаружения и подавления помех. Рекомендуется, в частности, отработка и реализация процедур независимого контроля характеристик GNSS, в том числе внедрение комплексной автоматизированной системы сбора и доведения до авиационных пользователей информации о мониторинге спутниковых сигналов [1].

В свете поставленных проблем одной из задач является определение направления прихода и координат источника помехового излучения. Известны методы решения этой задачи такие, как с применением двух [2] или четырех [3] пеленгаторов. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

В данной работе в качестве составной части автоматизированного комплекса мониторинга радионавигационного поля в районе аэродрома предлагается система трех пеленгаторов. Предполагается наличие в районе аэродрома трех разнесенных пеленгаторов, определяющих азимут α и угол места β направления прихода источника излучения (рис.1).

Базовые расстояния между 1 и 2 пеленгаторами – d_{12} , 1 и 3 – d_{13} , 2 и 3 – d_{23} . Искомые дальности между пеленгаторами и источником излучения соответственно обозначим – D_1 , D_2 , D_3 . Процедура проведения операций следующая. После приема сигналов пеленгаторами проводится межпозиционное отождествление данных, чтобы убедиться, что принимаются сигналы от одного источника [4]. Выбор оптимального алгоритма отождествления является предметом отдельного исследования.

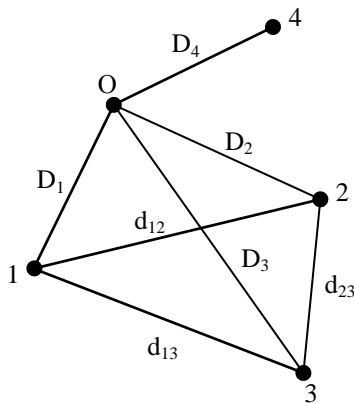


Рисунок 1 – Схема размещения пеленгаторов (1, 2, 3), источника излучения (O) и летательного аппарата (4).

При измеренных пеленгаторами азимутов и углов места направлений на источник излучения можно записать выражения для проекций векторов D_1^* , D_2^* , D_3^* на координатные оси топоцентрических систем координат каждого пеленгатора:

$$P_{xi} = D_i \cdot \cos(\beta_i) \cdot \cos(\alpha_i);$$

$$P_{yi} = D_i \cdot \cos(\beta_i) \cdot \sin(\alpha_i);$$

$$P_{zi} = D_i \cdot \sin(\beta_i);$$

где D_i – модули векторов, $i = 1, 2, 3$.

Для переноса проекций в геоцентрическую систему координат нужно каждую повернуть вокруг осей на матрицы поворота:

$$U_x(ex) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(ex) & -\sin(ex) \\ 0 & \sin(ex) & \cos(ex) \end{vmatrix}; \quad U_y(ey) = \begin{vmatrix} \cos(ey) & 0 & \sin(ey) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(ey) & 0 & \cos(ey) \end{vmatrix};$$

$$U_z(ez) = \begin{vmatrix} \cos(ez) & -\sin(ez) & 0 \\ \sin(ez) & \cos(ez) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix};$$

где $ex = \left(\frac{\pi}{2}\right) - \theta_i + \delta$, $ey = \gamma$, $ez = \left(\frac{\pi}{2}\right) + \lambda_i + \mu$ – углы Эйлера между

осями собственных и топоцентрических систем координат; θ_i , λ_i – широта и долгота положения пеленгаторов.

После поворота проекции векторов примут вид:

$$Q_{xi} = A_{xi} \cdot D_i; \quad Q_{yi} = A_{yi} \cdot D_i; \quad Q_{zi} = A_{zi} \cdot D_i;$$

где A_{xi} , A_{yi} , A_{zi} - алгебраические комбинации тригонометрических функций известных аргументов, полученные в результате поворота.

Запишем выражения для модулей разности векторов D_1^* , D_2^* , D_3^* :

$$R_{12} = \sqrt{(A_{x1} \cdot D_1 - A_{x2} \cdot D_2)^2 + (A_{y1} \cdot D_1 - A_{y2} \cdot D_2)^2 + (A_{z1} \cdot D_1 - A_{z2} \cdot D_2)^2};$$

$$R_{13} = \sqrt{(A_{x1} \cdot D_1 - A_{x3} \cdot D_3)^2 + (A_{y1} \cdot D_1 - A_{y3} \cdot D_3)^2 + (A_{z1} \cdot D_1 - A_{z3} \cdot D_3)^2};$$

$$R_{23} = \sqrt{(A_{x2} \cdot D_2 - A_{x3} \cdot D_3)^2 + (A_{y2} \cdot D_2 - A_{y3} \cdot D_3)^2 + (A_{z2} \cdot D_2 - A_{z3} \cdot D_3)^2}.$$

Учитывая, что $R_{12}=d_{12}$, $R_{13}=d_{13}$, $R_{23}=d_{23}$, имеем систему трех нелинейных уравнений для определения трех неизвестных D_1 , D_2 , D_3 . Система решается классическим способом с разложением нелинейных функций в ряд Тейлора в окрестности априорно заданного вектора параметров $D_0^T = (D_0^1, D_0^2, D_0^3)$ и получении итерационного алгоритма:

$$D = D_0 + G^{-1} \cdot (R(D) - R(D_0)),$$

где G - матрица производных R_{12} , R_{13} , R_{23} по искомым параметрам, $R(D)$ вектор с элементами d_{12} , d_{13} , d_{23} , D - вектор искомых параметров.

После определения D_1 , D_2 , D_3 аналогичным методом можно решить систему нелинейных уравнений:

$$D_1 = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2};$$

$$D_2 = \sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2 + (z_2 - z_0)^2};$$

$$D_3 = \sqrt{(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2 + (z_3 - z_0)^2};$$

где x_i , y_i , z_i - координаты пеленгаторов; $i=1, 2, 3$; x_0 , y_0 , z_0 - координаты источника излучения в геоцентрической системе.

Соответствующее решение системы имеет вид:

$$X = X_0 + G_x^{-1} \cdot (D(X) - D(X_0)),$$

где X , X_0 - векторы искомых и априорных параметров; G_x - матрица производных D_1 , D_2 , D_3 по координатам x_i , y_i , z_i .

Полученные системой трех пеленгаторов данные позволяют пересчитать направления прихода излучающего сигнала в систему координат летательного аппарата (ЛА) известными методами.

Выводы

Приведенные алгоритмы показывают, что система трех пеленгаторов может определить направления прихода излучаемого сигнала и координаты источника излучения. Это, в свою очередь, позволяет при известных координатах летательного аппарата рассчитать ориентацию и расстояние между ЛА и источником излучения. При измерении мощности излучаемого сигнала в точке любого пеленгатора можно пересчитать ее относительно ЛА путем сравнения квадратов расстояний между ними. Об эффективности

применения системы, как составной части комплекса мониторинга радионавигационной обстановки в районе аэродрома, можно будет судить после проведения исследования точностных характеристик системы в зависимости от выбора баз между пеленгаторами, а также погрешности пеленгации.

Список литературы

1. Решение научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», Москва, 2012 / Интернет-ресурс.
2. Кондратьев В.С., Котов А.Ф., Марков Л.Н. Многопозиционные радиотехнические системы; под. ред. В.В. Цветнова.- М.: Радио и связь, 1986.- 264с.
3. Е.П. Ворошилин, М.В. Миронов, В.А. Громов. Определение координат источников радиоизлучения разностно-дальномерным методом с использованием группировки низкоорбитальных малых космических аппаратов / Доклады ТУСУРа, № 1 (21), часть 2, июнь 2010, с.23-28.
4. Просов А.В., Квиткин В.П. Алгоритмы межпозиционного отождествления результатов радиолокационных измерений. / Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2008, випуск 2(17), с. 46-48

Исследование способа пеленгации с цифровой антенной решеткой

Рассматривается способ пеленгации источников излучения с использованием пространственной обработки сигналов цифровой антенной решетки. Проведено математическое моделирование. Приведены результаты. Даны рекомендации по применению.

В связи с постоянно возрастающим осложнением радиоэлектронной обстановки появляется необходимость в развитии средств автоматизированного радиомониторинга (АРМ). В частности, для контроля обстановки в районе аэродрома с целью обеспечения захода на посадку и посадки с использованием GNSS.

Средства АРМ решают целый круг задач, среди которых пеленгование источников излучения. К наиболее распространенным методам пеленгации в настоящее время относятся [1]:

- методы, которые реализуются на основе механически подвижных, вращающихся антенн;

- пеленгаторы Эдкока / Ватсона – Ватта;

- квазидоплеровское пеленгование;

- фазовые интерферометры;

- корреляционно – интерферометрические;

- с использованием алгоритмов высокого разрешения MUSIC и ESPRIT.

Каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки, а также характеризуется сложностью реализации. Поэтому актуальны поиски менее сложных в реализации способов пеленгации, обеспечивающих необходимую точность и разрешающую способность.

В данной работе рассматривается способ пеленгации на основе цифровой антенной решетки (ЦАР) и при помощи математического моделирования исследуются некоторые его характеристики.

В развитие теории ЦАР большой вклад внесли киевские ученые Варюхин В.А., Заблоцкий М.А., Слюсар В.И.[2] и др. Остановимся кратко на теоретических положениях, которые использованы при разработке моделей для исследования.

Рассматриваем ЦАР с плоской эквидистантной апертурой размером $N \times N$ и шагом d . После приема электромагнитного излучения, частотного преобразования, оцифровки и временной обработки сигналы элементов ЦАР подвергаются пространственной обработке посредством двумерного преобразования Фурье.

$$V_{k,m} := \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} \left[U_{i,l} \cdot e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{N} \cdot (i \cdot k + l \cdot m)} \right] \quad (1)$$

$$U_{i,l} := A e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\lambda} \cdot (i \cdot \cos(\alpha) + l \cdot \cos(\beta))}, \text{ где}$$

$\cos(\alpha), \cos(\beta)$ - направляющие косинусы, k и m – номера пространственных каналов вдоль осей x и y апертуры антенной решетки, A – амплитуда входного сигнала. Двумерное преобразование Фурье (1) можно представить как произведение одномерных преобразований по осям x и y . Далее рассматриваем одномерное преобразование.

$$V_k := \sum_{n=0}^{N-1} \left(A \cdot e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\lambda} \cdot \cos(\alpha \cdot n)} \cdot e^{-j \cdot \frac{2 \cdot \pi}{N} \cdot n \cdot k} \right) \quad (2)$$

Можно показать, что выражение (2) сводится к виду

$$V_k(\alpha) := \frac{A \cdot \sin[N \cdot (X - X_k)]}{N \cdot \sin(X - X_k)}, \text{ где}$$

$$X := \frac{\pi \cdot d}{\lambda} \cdot \cos(\alpha), \quad X_k := \frac{\pi}{N} \cdot k,$$

Функцию правдоподобия для оцениваемых \vec{V}_k по измеренным V_k можно представить в виде

$$F := \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \prod_{k=1}^N e^{-\frac{\left(\left| V_k - \vec{V}_k \right| \right)^2}{2 \cdot \sigma^2}} \quad (3)$$

Перейдя к логарифму от (3), произведя дифференцирование по искомым параметрам, можно получить оптимальный алгоритм определения направляющих косинусов и, следовательно, азимута и угла места направления

на источник излучения.

Однако вычисления по оптимальному алгоритму довольно громоздки. При некоторых допущениях квазиоптимальный алгоритм для одиночного узкополосного сигнала можно представить в виде

$$AW := \frac{I^k \cdot CL \cdot BL \cdot Zl - I^l \cdot CK \cdot BK \cdot Zk}{I^k \cdot CL \cdot Zl - I^l \cdot CK \cdot Zk} \quad (4) \quad \text{где}$$

$$AW := \tan\left(\frac{\pi \cdot d}{\lambda} \cdot \cos(\alpha)\right), \quad CK(L) := \cos\left[\frac{\pi}{N} \cdot k \cdot (l)\right],$$

$$BK(L) := \tan\left[\frac{\pi}{N} \cdot k \cdot (l)\right], \quad Zk, \quad Zl - \text{значения}$$

амплитуд сигналов соответственно в *k* и *l* пространственных каналах, $I = -1$.

Откуда находим значение направляющего косинуса

$$\cos(\alpha) := \frac{\lambda}{\pi \cdot d} \cdot \tan(AW),$$

где λ – длина волны принимаемого сигнала.

Проведя аналогичные операции вдоль другой оси решетки, получим соответствующее выражение для направляющего косинуса $\cos(\beta)$.

Азимут α и угол места q направления прихода сигнала находим из выражений

$$\cos(\alpha) := \cos(q) \cdot \cos(a)$$

$$\cos(\beta) := \cos(q) \cdot \sin(a)$$

Для исследования способа разработан комплекс программ, который осуществляет:

- формирование амплитудно-фазового распределения сигналов на элементах апертуры ЦАР;
- дискретное пространственное преобразование Фурье сигналов ;
- обнаружение пространственных каналов *k* с максимальной амплитудой и канала *l* с амплитудой, близкой к максимальной для каждого направления апертуры;
- определение направляющих косинусов согласно выражению (4) для двух направлений;
- вычисление азимута и угла места.

Комплекс программ предусматривает введение нормально распределенного шума в фазовое распределение сигналов с нулевым математическим ожиданием и среднеквадратичным отклонением σ и проведение статистических исследований с усреднением по реализациям.

При наличии двух сигналов предусмотрена возможность определения параметров большего сигнала, формирование по полученным параметрам его

амплитудно-фазового распределения, вычитание его из суммарного входного распределения и определение направления прихода второго сигнала.

Вначале предполагаем наличие одного входного сигнала с $A=1$, приходящего с направления $\alpha=30$ град, $q=60$ град. Апертура ЦАР квадратная размером $N \times N$, с шагом d , равным 0.5 длины волны.

В таблице 1 приведены зависимости математического ожидания ms и дисперсии ds сферической ошибки определения угловых координат от среднеквадратичного значения sf фазового шума на элементах ЦАР для двух размерностей N решетки. Единицы измерения - градусы.

Таблица 1 Зависимость ошибок пеленгования от фазового шума

sf / N	0.1	0.5	1	2	3	4	5	6	7	10
$ms/2$	0.08	0.42	0.78	1.6	2.4	3.2	4	4.9	5.8	8
$ds/2$	0.018	0.046	0.18	0.73	1.67	3	4.8	7.4	10	21
$ms/4$	0.028	0.13	0.27	0.53	0.8	1.1	1.3	1.6	1.9	2.7
$ds/4$	0.0003	0.005	0.02	0.08	0.2	0.33	0.5	0.75	1	2.1

Как видно из данных табл.1, появляется систематическая ошибка пеленгования. Как и следует из теории, с увеличением размерности решетки погрешность уменьшается.

На вход ЦАР, наряду с первым, поступает второй сигнал амплитудой $A1$ с направления $\alpha1=35$ град, $q1=65$ град на той же частоте.

В таблице 2 приведены зависимости ошибок пеленгования первого (da, dq) и второго ($da1, dq1$) сигналов от отношения их амплитуд. Единицы измерения градусы.

Таблица 2 Ошибки пеленгования при двух сигналах

$A/A1$	1	1.25	2	5	10
da	2.42	2.13	1.56	0.74	0.39
dq	2.66	2.37	1.78	0.88	0.48
$da1$	2.58	2.87	3.44	4.26	4.6
$dq1$	2.34	2.63	3.22	4.12	4.52

Анализ данных таблицы 2 показывает, что погрешность пеленгации уменьшается для преобладающего по амплитуде сигнала. Изменение направления прихода второго сигнала на $\alpha1=31$ град., $q1=61$ град на результаты табл.2 не сказываются.

Исследуем ситуацию, когда при наличии оговоренных двух входных сигналов определяются угловые параметры большего сигнала, по полученным параметрам формируется его амплитудно-фазовое распределение (АФР),

вычитается из входного АФР и определяются параметры второго сигнала.

В таблице 3 приведены зависимости ошибок определения азимута $da1$ и угла места $dq1$ (в отсутствии фазового шума), а также их средних значений $ma1$ и $mq1$ (при наличии фазового шума с $sf=10$ град) второго сигнала после вычитания АФР первого. Единицы измерения градусы.

Таблица 3 Ошибки пеленгования второго сигнала при вычитании АФР первого

A/A1	1	1.25	2	5	10
da1	2.55	2.82	3.3	3.96	4.18
dq1	2.3	2.58	3.12	3.84	4.12
ma1	2.65	2.87	3.35	4.3	4.6
mq1	2.41	2.59	3.16	4.1	4.4

Как видно из табл.3, на ошибки пеленгации второго сигнала в основном сказывается отношение амплитуд сигналов.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований показали приемлемую точность пеленгования одиночного узкополосного сигнала. Учитывая, что при мониторинге электромагнитной обстановки достаточно высокое отношение сигнал/шум, необходимую точность пеленгации можно обеспечивать выбором размера апертуры. Пеленгации нескольких разнонаправленных одночастотных сигналов при рассматриваемом методе вычитания апостериорного АФК большего сигнала из суммарного входного АФК обеспечивает разрешение сигналов с меньшей точностью пеленгации, зависящей от соотношения амплитуд сигналов. Однако, в перспективе можно синтезировать алгоритм по минимизации функции правдоподобия для n сигналов. В целом, можно считать целесообразным рассмотрение варианта пеленгатора с ЦАР, как составной части аэродромных средств автоматизированного радиомониторинга. При этом следует учесть взаимодействие составных частей и требования к точности мониторинга.

Список литературы

1. Сухоцкий С.В., Шорин О.А. Современные методы пеленгации излучения диапазона УВЧ. Преимущества и недостатки / Телекоммуникации и Транспорт. Т – Comm №9 – 2010, с.102-105
2. Слюсар В.И., Головин А.А. Угловая пеленгация в цифровых антенных решетках по межканальному временному сдвигу импульсных сигналов/ Збірник наукових праць ЖВІРЕ, вип.8,2004, с.95-100

*L. Blahaia, K. Blizhnikova, I. Orel
(National Aviation University, Ukraine)*

Solution of the problem of capacity in modern airports with the introduction of circular runways

The key issue of the article is the characteristics of the circular runways and their comparison with nowadays runways.

Modern runways and their disadvantages

Modern runways have number of operational disadvantages. The most important of which is the wear resistance of the covering, be it asphalt, concrete or asphalt-concrete. The main question of the operational longevity of these coverings is not in the hardness of the materials, but in the applied load on the runway. As a consequence, repair of such runway requires its complete closure for the time of removal of the problem.

The next important disadvantage of the modern runways is the dependence on the constant approach course. To date, the solution to this problem is to increase the number of runways with different magnetic courses, but because of the lack of the territory and the inconvenient location of airports, it is appeared to be unlikely. Also, increasing the number of runways is a solution to the problem of crosswinds. Also an important aspect of the operational period of an aircraft is the limited runway length and the solution to this problem will increase safety during take-off and landing and will extend the operational period of the aircraft's life.

Circular runway's analysis

The lack of capacity at airports is the major constraint to growth in air transport. Current technology projects optimize the use of the available airport capacity, but unless a structural new approach is followed, the expected three-fold increase in air traffic is not realistic to achieve. Physical constraints on runway operations, like wake vortex separation minima and cross- and tailwind limits, make it hard to improve performance of conventional airport configurations further.

The circular runway is a radical and novel airport concept. This type of runway can generate a breakthrough in sustainable airport capacity by avoiding the physical constraints of conventional runways through shifting the lift-off and touchdown points of individual aircraft.

The main feature of the circular runway is that it will become possible to let an aircraft operate always at landing and take-off with headwind. Whatever its strength and direction, circular runway becomes independent of the wind. When allowing limited crosswind, airspace users can shorten the global trajectory of the flights through optimized departure and arrival routes (figure 1).

The circular runway is a radical and novel airport concept. This type of runway can generate a breakthrough in sustainable airport capacity by avoiding the physical constraints of conventional runways through shifting the lift-off and touchdown points of individual aircraft.

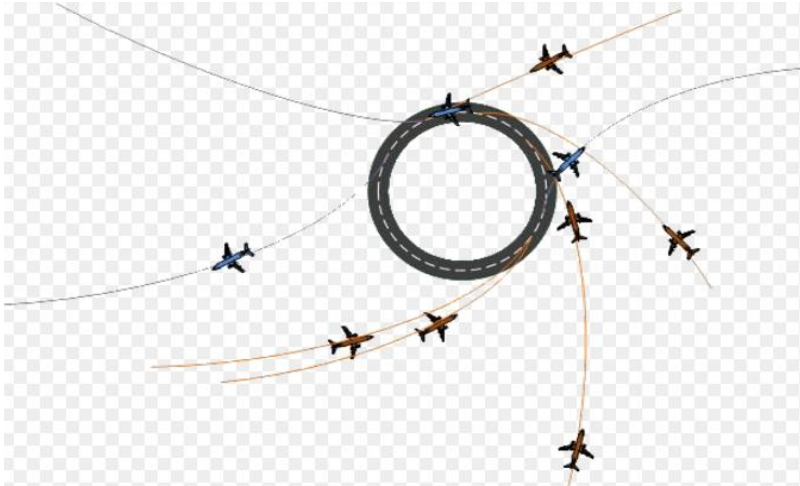


Figure 1 : "The principle of circular runway's work"

Operating of circular runway

Wind direction, wind speed, and visibility conditions are the major factors in the decision of air traffic control to use a certain runway configuration. Limits on tailwind and crosswind components determine whether runways can be used or not and low visibility limits the use of dependent runways. Direction of the runways results in a dependency to the wind direction and that aircraft have the use the same approach path, resulting in the need for wake turbulence separation. The circular runway operates a concept consisting of a circular runway that will allow take-off in any direction and landing from any direction.

The fundamental principle of the circular runway is that the aircraft take-off and land on a large circular structure. This will allow for the unique characteristic that the runway can be used in any wind direction, thus making the runway independent of the direction of the wind and therefore also the airport capacity independent of the wind direction. Three different situations can be identified for aircraft landing on the circular runway: strong wind, low wind, and changing wind directions.

a) In strong wind conditions, the aircraft will fly in sequence towards the circular runway to allow for landing at the touchdown point where dependency from the wind is at a minimum (exactly headwind). This is no difference from today, with the exception that an optimum touchdown point always exists where for a conventional runway a certain crosswind will need to be accepted; hence the circular runway reaches a sustainable maximum capacity under every wind condition with every wind direction.

b) In low wind conditions, no meteorological restrictions exist for the aircraft to land towards any direction, enabling the possibility of shorter landing intervals. The

aircraft can be sequenced such that consecutive aircraft originate from different directions and do not have to be spaced according to wake turbulence categories.

c) With changing wind, the aircraft sequence can gradually “move” with the wind direction. No break in the sequence occurs which is the case with conventional runway configurations. No costly operations for tactical runway changes or changing runway directions during operations will be necessary.

From a capacity point of view, the circular runway seems to be advantageous compared with a classical runway system. The circular runway project will assess capacity of the newly proposed runway, but also take into consideration the additional developments it involves (ATC new tools and procedures), and the trade-offs (from an environmental standpoint, etc.).

The main feature of the circular runway is that it will become possible to let an aircraft operate always at landing and take-off with headwind. Whatever its strength and direction, circular runway becomes independent of the wind. When allowing limited crosswind, airspace users can shorten the global trajectory of the flights through optimized departure and arrival routes.

The circle of the runway, whose diameter is set to 3 kilometers, is large enough to provide sufficient room for infrastructure preferably inside the circle, even for a hub airport. This makes the airport compact, while allowing current-day aircraft to use the circle without significant structural modifications.

U.S. Navy concept (1960-1965)

In 1960, Navy Pilot Lt. Cmdr. James R. Conrey from the U.S. Navy seriously thought of the circular runway, having in mind the ability to land in any wind condition. After his death in a plane accident, a project dedicated to the circular runway was launched by the U.S. Navy. The airport design (see Figure 2) consists of a main runway in the form of a banked track constituting the perimeter of the airport. At the centre of the circle is the control tower (N) housing radar and navigation aids. It is surrounded by an open parking and gardens (M), themselves encircled by a ring-shaped passenger terminal building (L). The entire outer wall of the terminal faces the runway. It provides a maximum of parking and loading positions for planes (K). The parking and loading area is connected with the runway by taxiways for departing aircraft (I) and high speed turn-off ramps for arriving aircraft (H), 24.4 meters wide and arranged like spokes on a wheel. Finally, a roadway (J) passes under the airport for passengers' access to the terminal building.

The circular runway, to accommodate aircraft with broad speed ranges (e.g. up to 151 kt), would need to be 98 meters wide. It would be about 9,400 meters long, which corresponds to a diameter of about 3,000 meters. In operation, three or more aircraft could take off simultaneously, which would leave more than 3,050 meters separation between each plane. In low wind conditions, aircraft could then depart in three different directions.

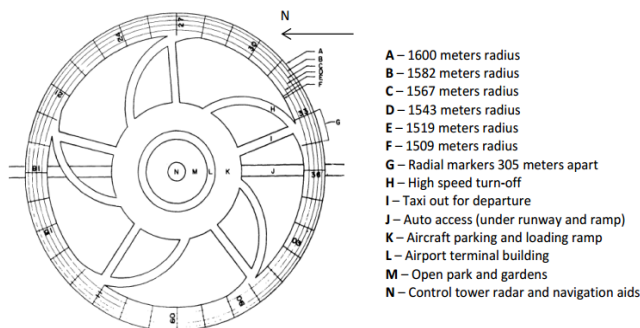


Figure 2 :” Circular runway airport design,US Navy report.”

Actually, the wheel-shaped airport was foreseen for both civilian and military use, with a diameter ranging from 1,200 to 6,100 meters for the largest international airports. The dilution of the cross-wind problem, the gain in land use compared to a comparable conventional airport(one-third saved space), and the unlimited runway available for take-off and landing were already known from previous circular runway designers. From the safety side, one can mention the inherent stable tracking feature, the maximum runway access for the crash crews,and the possibility to make flameout and dead-stick

Conclusion

The rapid development of the modern aviation demands from engineers creative, rational and practical solutions. One of which is the introduction of circular runways to airports. The unlimited length of such a runway will ensure safe takeoff and landing of the aircraft, also will allow the aircraft to avoid a crosswind and will give the possibility of selecting a convenient magnetic course.

Thus, elimination of the most important aviation problems will lead to an increase airport's capacity without territorial losses.

References

1. Kulchitsky V.A., Makagonov V.A., Vasilyev N.B., Chekov A.N., Romankov N.I. Aerodrome coverings. A modern look. - Moscow: Physics and Mathematics, 2002.[Russian]

2.<http://www.endlessrunway-project.eu/downloads/d1.2-the-endless-runway-background-v3.pdf>

Точність позиціонування інерціальних приладів навігації у високочастотних акустичних полях

Досліджено вплив проникаючого акустичного випромінювання на підвіс датчика кутових швидкостей. Стендові випробування приладу ДУСУ2-30В проводилися за двох режимів: перший режим гіромотор вимкнений; другий режим гіромотор включений.

Вступ

За умови наявності лише кутового руху літального апарату (ЛА) у вигляді синхронної, асинхронної або полігармонічної хитавиці, які входять всередину приладу тільки через опори, елементну базу можна розглядати як сукупність абсолютно твердих тіл, а гіроскоп як систему з зосередженими параметрами. В цьому випадку всі властивості поплавка окреслені одним параметром – моментом інерції. Звідси впливає і механізм опису похибки сенсорів.

Акустичне випромінювання, на відміну від кінематичного збурення, носить просторовий характер і надходить як через опори, подібно звуковому містку, так і через оточуюче середовище. Обчислюючи додаткові похибки приладів в експлуатаційних умовах будемо уявляти проникаючу акустичну хвилю або у вигляді плоскої, або у вигляді дифузного поля при чому режим її дії представляємо як осенесиметричне або циклічне навантаження. Зрозуміло, що симетрична дія акустичного випромінювання являє меншу небезпеку ніж антисиметрична, яка розгойдує підвіс викликаючи нелінійні коливання в його матеріалі.

Мета досліджень

За мету досліджень обрано експериментальне визначення найбільш небезпечного напрямку дії проникаючого акустичного випромінювання на підвіс датчика кутових швидкостей при льотній експлуатації.

Методи та матеріали

Відповідність паспортним вимогам датчика кутових швидкостей уніфікованого ДУСУ2-30В на функціональну спроможність проводилася опроміненням оболонкової частини корпусу приладу звуковим променем з частотою (рис. 1) на ультразвуковій установці MINI ULTRASONIC CLEANER MODEL 356.



Рисунок 1 Ультразвукова установка, модель 3560

Результати

Для забезпечення певності і надійності висновків по результатам експерименту стендові випробування приладу проводилися за двох режимів: перший режим гіромотор вимкнений; другий режим гіромотор включений.

Перший режим дає можливість визначення реакції ТІЛЬКИ механічних систем підвісу гіроскопа на ультразвуковий промінь. Другий режим, при включеному гіромоторі, відтворює експлуатаційні умови. І таким чином можна в порівняльному аналізі розділити окремо на реакцію механічної системи підвісу і реакцію гіроскопічних явищ.

Стендові дослідження проводилися для різних положень випромінювача відносно корпусу для окреслення найбільш небезпечного напрямку дії проникаючого акустичного випромінювання при льотній експлуатації.

Для кута $\varphi = 0^\circ$ при вимкненому гіромоторі, вихідний сигнал датчика кутових швидкостей в ультразвуковому промені зазнає стохастичних змін не тільки за величиною, але і за знаком. Величина “зсуву нуля” знаходиться нижче порогу чутливості приладу (у перерахунку на похибку вимірювань).

При включеному гіроагрегаті, очевидно, відбудуться зміни вхідного сигналу приладу, викликані гіроскопічною реакцією. В цьому випадку похибка приладу збільшується практично в десять разів і змінює знак. Максимальна її величина сягає майже **1 град/с**. Середня – складе **0,66 град/с** перевищуючи поріг чутливості.

Висновки

В рідиностатичній частині гіроскопа, виникає фокусування енергії проникаючого акустичного випромінювання, що приймає вид каустичної поверхні. Ця поверхня є огинаючою акустичних променів, що виходять з однієї і тієї ж точки внутрішньої поверхні циліндричного корпусу поплавкового приладу як наслідок поздовжніх і поперечних її коливань. Внаслідок цього, відбувається пікоподібний ріст енергетичної активності в рідиностатичній частині підвісу, що супроводжується значним збільшенням рівня звукового тиску.

Список літератури

1. Фесенко, С.В. Дослідження особливостей поведінки циліндричної оболонки в ультразвуковому полі [Текст] / С.В. Фесенко, В.Ю. Шибєцький // ПРТК, 2016, - № 3. - С. 61.
2. Карачун, В.В. Гиростабилизированная трехосная платформа [Текст] : моногр. / В.В. Карачун, В.Н. Мельник, О.Я. Ковалец // НТУУ «КПІ». – К. : Корнейчук, 2010. – 192 с.
3. Бесекерский, В.А. Динамический синтез систем гироскопической стабилизации [Текст] : моногр. / В.А. Бесекерский, Е.Н. Фабрикант // Концерн ЦНИИ «Электроприбор». – Л. : Судостроение, 1962. – 412 с.
4. Павловский, М.А. Теория гироскопов [Текст] : учеб. пособ. / М.А. Павловский. – К. : Вища школа, 1986. – 303 с.
5. Карачун, В.В. Суборбитальные и атмосферные гиперзвуковые технологии [Текст] : моногр. / В.В. Карачун, В.Н. Мельник; НТУУ «КПІ». – К. : Корнейчук, 2014. – 360 с.
6. Чиковани, В.В. Коррекция дрейфа кориолисового вибрационного гироскопа с металлическим цилиндрическим резонатором [Текст] / В.В. Чиковани, А.Н. Янчук // «Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники» : материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., г. Киев, 21-23 апреля 2003 г. – С. 214-220.
7. Одинцов, А.А. Об уменьшении погрешностей гиростабилизаторов от перекрестных связей [Текст] / А.А. Одинцов, В.В. Карачун // Прикл. Механика. – 1973. – Т. IX, вып. 10. – С. 112-118.
8. Карачун, В.В. Задачі супроводу та маскування рухомих об'єктів [Текст]: моногр. / В.В. Карачун, В.М. Мельник; Нац. тех. ун-т України «КПІ». – К.: «Корнейчук», 2011. – 264с.

Методика моніторингу характеристик EGNOS із застосуванням програмного забезпечення PEGASUS

Описана методика регулярного моніторингу характеристик EGNOS із застосуванням приймального обладнання лабораторії супутникової навігації та програмного забезпечення PEGASUS. Приведені результати оцінки характеристик EGNOS.

Вступ.

З липня 2012 року функціонує Європейське широкозонне функціональне доповнення EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service). Це спільний проект ESA (European Space Agency), Європейської Комісії та EUROCONTROL. Основна мета його реалізації – покращення характеристик супутникової навігації для користувачів, розташованих в європейському регіоні за рахунок прийому додаткової інформації з одного з трьох геостационарних супутників. Для формування навігаційного повідомлення EGNOS використовуються результати мережі станцій RIMS (Range and Integrity Monitoring Stations), розподілені по континенту (рис. 1).

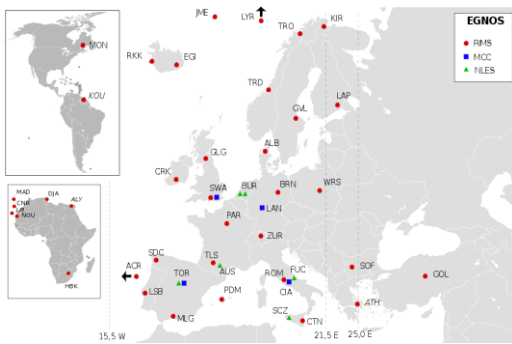


Рис. 1 Мережа станцій RIMS

Оскільки існуюча мережа наземних станцій є нерівномірною, то ефективність застосування корекцій EGNOS залежить від географічного розташування користувача, його віддаленості від найближчих станцій збору інформації. Можливість застосування повідомлень EGNOS в Україні обумовлена 100% доступністю геостационарних супутників, які їх транслюють. Навіть не зважаючи на те, що в Україні не встановлено власної RIMS станції, ефект від застосування інформації від цього функціонального доповнення відчутний і може бути досліджений.

Засоби та методика моніторингу.

Відповідно до вимог ICAO, наведених в Annex10 та ряді інших документів, для підтвердження можливості застосування EGNOS в якості SBAS (Satellite Based Augmentation System) параметрами до яких висуваються вимоги є точність, цілісність, безперервність та доступність SIS (Signal in Space) сигналу в просторі.

PEGASUS (Prototype EGNOS and GBAS Analysis System Using SAPHIRE) це спеціально створений програмний продукт для комплексного аналізу даних GNSS (Global Navigation Satellite System) із застосуванням інформації від різних SBAS та GBAS доповнень з використанням лише тих алгоритмів, які містяться в опублікованих офіційних стандартах. Цей інструмент було розроблено спеціально для моніторингу та аналізу показників ефективності EGNOS в процесі його розгортання та функціонування. Потенційними користувачами передбачені провайдери аеронавігаційного обслуговування, які зацікавлені в одержанні та постійному контролі цих оцінок.

PEGASUS містить ряд таких функцій, як розрахунок позиції методом симуляції роботи стандартного приймача та визначення додаткових оцінок показників, які можуть бути одержані при застосуванні функціональних доповнень: точність, цілісність, розрахунок траєкторних помилок, прогноз безперервності та доступності, а також симуляція алгоритмів обробки наземної станції GBAS.

Результати, які надає PEGASUS дозволяють:

- здійснювати перевірку відповідності стандартам ICAO, RTCA та EUROCAE GNSS;
- контролювати відповідність показників GNSS регіональним вимогам;
- здійснювати обмін відповідними результатами для накопичення статистичних даних;
- проводити незалежний від розробників функціонального доповнення моніторинг його показників ефективності.

Програмний комплекс PEGASUS не знаходиться у вільному доступі і був одержаний лабораторією супутникових технологій НАУ безпосередньо від EUROCONTROL після направлення офіційного запиту.

Для одержання експериментальних даних використовується приймальне обладнання лабораторії, до складу якого входить комплекс антен, розташованих на даху 11 корпусу НАУ (рис. 2) та супутниковий навігаційний приймач ProPackG2 в режимі прийому та застосувань повідомлень EGNOS (рис. 3).



Рис. 2 Антена на 11 корпусі НАУ



Рис.3 Інтерфейс приймача ProPackG2

Реалізація моніторингу із застосуванням PEGASUS полягає у виконанні наступних етапів:

1. *Забезпечення безперешкодного прийому сигналів основного сузір'я супутників GNSS та геостационарних супутників EGNOS.*

При виконанні цього етапу необхідно врахувати наступне. На поточний момент часу основним сузір'ям є супутники GPS однак в майбутньому EGNOS доповнюватиме європейську супутникову систему Galileo. Вимоги до розташування приймальної антени передбачають максимальну видимість небесної півсфери та мінімізацію багатопроменевого прийому. Кут піднесення геостационарних супутників становить для широти Києва не перевищує 30° .

2. *Запис комплексного набору даних.*

Перелік даних, необхідних PEGASUS для розрахунків та формування звітів міститься в Receiver Configuration Document. Для запису використовується інтерфейс навігаційного приймача. Як було виявлено експериментально існує можливість запису даних з різною частотою, що дозволяє одержувати на коротших інтервалах часу більшу вибірку для статистичних оцінок.

3. *Обробка експериментальних даних інструментарієм PEGASUS.*

Для обробки використовується комплекс програм попередньо встановлених на ПК. Налаштування передбачають введення необхідних для розрахунків даних, таких як точні координати розташування приймальної антени, тип аналізу який має бути виконаний за отриманими даними.

4. *Формування звіту*

Результатом роботи PEGASUS є формування звіту з яким може виконуватись поглиблене дослідження. Серед можливостей зокрема передбачені автоматична передача звіту в центр збору статистичної інформації, виведення та видозміна усіх сформованих графіків, виведення розширення даних по ряду оцінюваних параметрів.

5. *Оприлюднення результатів моніторингу*

Сформовані PEGASUS звіти можуть бути переведені в компактний формат PDF-файлу та опубліковані. Налаштування передбачають автоматичне зазначення в спеціальних полях інформації про місце його одержання звіту та виконавців дослідження.

Результати моніторингу.

За наведеною методикою лабораторія супутникових технологій НАУ виконує постійний моніторинг EGNOS з середини 2016 року. Стандартні звіти, одержані після обробки 6-10 годинних записів даних, оприлюднюються на сайті аерокосмічного центру НАУ (рис. 4) і доступні для вільного поширення. До обробки значного об'єму накопиченої інформації про поточне функціонування EGNOS долучаються студенти кафедри аеронавігаційних систем в рамках курсового та дипломного проектування. Проведення моніторингу EGNOS і в подальшому перспективне з огляду на плани розробників системи по розширенню мережі наземних станцій на Україну, а також по переходу до роботи із сузір'ям Galileo.

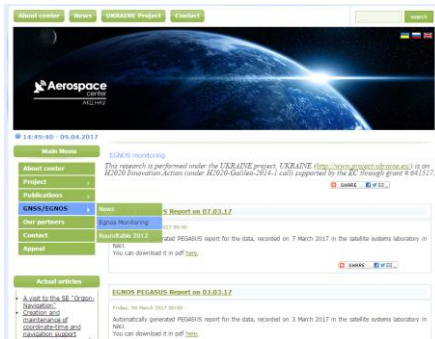


Рис. 4 Організація доступу до результатів моніторингу EGNOS на сайті Аерокосмічного центру НАУ (<http://www.asc.nau.edu.ua>)

Звіти містять докладну інформацію по кількості кожного з типу прийнятих повідомлень (MT), статистичні оцінки показників ефективності EGNOS в точці запису файлу даних (рис. 5).

Broadcast SBAS Messages :		
	number of messages	%
MT 0	0	0
MT 1	224	1.24438
MT 2	4427	24.5931
MT 3	4509	25.0486
MT 4	4460	24.7764
MT 5	0	0
MT 6	19	0.10555
MT 7	223	1.23882
MT 9	225	1.24993
MT 10	221	1.22771
MT 12	96	0.533304
MT 17	80	0.446417
MT 18	469	2.60541
MT 24	0	0
MT 25	927	5.14971
MT 26	2022	11.2327
MT 27	90	0.499972
MT 28	0	0
MT 62	0	0
MT 63	0	0
Total	18001	100

Accuracy statistics :					
	Valid	APV-1	LPV-200	CAT-1	APV-35m
HPE 95%	1.85531	1.77209	1.77742	NaN	1.77742
HPEscale 95%	NaN	4.50594	4.54987	NaN	4.54987
VPE 95%	1.5473	1.41003	1.35841	NaN	1.35841
VPEscale 95%	NaN	3.15898	2.22114	NaN	2.22114

Availability :					
	Valid	APV-1	LPV-200	CAT-1	APV-35m
Signal in Space	0.974156	0.85257	0.770654	0	0.770654
measurements	0.958185	0.838593	0.758019	0	0.758019
Operational	1.76778	1.54714	1.39849	0	1.39849

Discontinuity events :					
	Valid	APV-1	LPV-200	CAT-1	APV-35m
All	47	155	254	--	254
Long	8	37	80	--	80
Independent	8	19	26	--	26
P(disc.)	0.00296699	0.00805153	0.012189	NaN	0.012189
P(slide)	0.0165286	0.052674	0.0703682	NaN	0.0703682

extremes :							
	Epoch	HPE	HPL	HPE/HPL	VPE	VPL	VPE/VPL
max normHor	569510	1.5201	10.5684	0.143835	-0.119931	19.4671	0.0061607
max normVer	553833	1.43134	16.3131	0.0877415	-2.6544	23.4031	0.113421
max HPE	563191	4.18834	192.599	0.0217464	6.2105	374.242	0.0165949
max VPE	551797	3.70121	304.4	0.012159	-8.18083	501.696	0.0163064
min HPL	558988	1.19385	9.52778	0.125302	-0.737556	18.5599	0.0397392
min VPL	566771	1.03611	15.878	0.0652547	0.400843	14.5684	0.0275146

Рис. 5 Представлення числових результатів оцінки показників EGNOS

Також сформовані звіти містять значну кількість інформації, представленої у графічному вигляді, на яких відтворюються зміни спостережуваних параметрів протягом інтервалу запису (рис. 6), представлення розподілу помилок місце визначення (рис. 7), стенфордський графік класифікації стану навігаційної системи (рис. 8) та зміни відношення сигнал/завад (рис. 9).

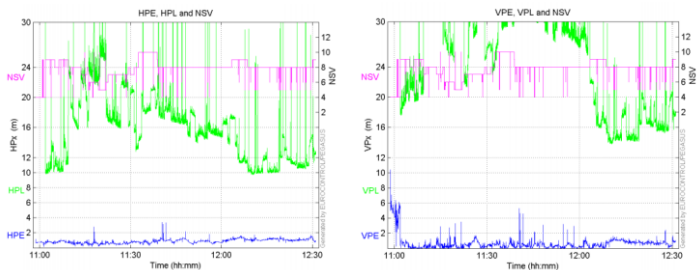


Рис. 6 Зміна протягом спостереження значень HPE, HPL, VPE, VPL

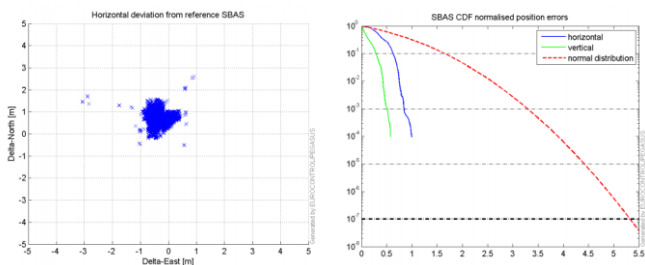


Рис. 7 Розподіл помилок місцевизначення із застосуванням EGNOS

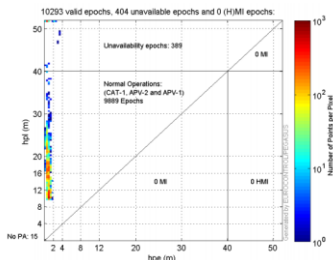


Рис.8 Стенфордський графік стану навігаційної системи

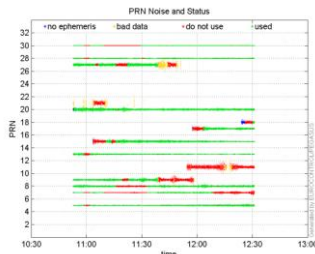


Рис. 9 Зміна відношення сигнал/завада

Висновки.

Моніторинг характеристик EGNOS із застосуванням програмного забезпечення PEGASUS дозволяє відслідковувати якісні зміни, які відбуваються з супутниковою навігацією з позицій користувачів, розташованих в Києві. Поширення цієї інформації через мережу Internet та її порівняльний аналіз з аналогічними результатами одержаними в інших точках надає основу для планування майбутнього розширення мережі наземних станцій на територію України.

Список літератури

4. Konin V., Shyshkov F. InsideGNSS, Jan-Feb 2015, P.50 - 54.

Вимірювання прискорення та розрахунок швидкості рухомого об'єкта і пройденого шляху

Розглянуто принципи вимірювання прискорення та обробки даних сенсорів мобільного пристрою. Оцінено вплив прискорення вільного падіння на результати вимірювань акселерометрів. Як за основу використано дані вимірювань трьох проекцій прискорення на вісі системи координат пристрою. Результат обробки даних представлено у локальній ENU системі координат.

Вступ

Електронні кишенькові прилади є широко поширеними сьогодні. Більшість сучасних персональних пристроїв обладнана достатньою кількістю сенсорів для орієнтування та навігації у просторі. Зокрема система супутникової навігації, гіроскопи, акселерометри та магнітометри є стандартним набором сенсорів. Обробка даних від сенсорів є вкрай важливою задачею оскільки, виміряні дані мають бути переведені до відповідної системи числення, відфільтровані аномальні значення параметрів, зведені до єдиної системи часу оскільки певні сенсори мають різну частоту видачі інформації [1,2]. Точність вимірювань має бути підвищена шляхом застосування фільтра Калмана. Крім того виміряні дані можуть бути використанні для обрахунку похідних параметрів. Наприклад за прискореннями можна оцінити швидкості та пройдений шлях.

Вимірювання прискорення

Акселерометри – це пристрої для вимірювання проекцій прискорень об'єктів, до яких вони прикріплені. За виміряним значенням прискорення обчислюють швидкості та положення рухомого об'єкта у просторі [3].

Відповідно до другого закону Ньютона ($F=ma$) датчик для вимірювання прискорення A будується на основі визначення сили F , що діє на певну масу m . Нульове прискорення виникає, коли сила F не діє на масу. Прискорення прямо пропорційне у випадку сталої маси величині сили. Методів побудови акселерометрів багато, проте загальним для них є наявність у їхній будові інерційної маси [3].

Розглянемо принцип дії акселерометра за допомогою спрощеної моделі акселерометра з інерційним чутливим елементом. Корпус акселерометра сполучений з корпусом приладу. Чутливим елементом є інерційна маса, що зафіксована між пружинами чи іншою пружною речовиною. Під дією сили інерції рухома маса відхиляється від початкового положення. Відхилення фіксується за величиною зміни ємності між двома пластинами конденсатора.

Вимірювання прискорення відбувається за вимірюванням його проєкцій на пов'язану з приладом Body систему координат, та перераховується для подальшого використання у локальній ENU системі координат. Перерахунок систем координат здійснюється аналогічно з використанням орієнтації рухомого об'єкта у просторі (кутів крену φ , рискання ψ та тангажа θ) за рівнянням [4]:

$$A_{ENU} = \begin{bmatrix} \sin \psi \cos \theta & \cos \varphi \cos \psi + \sin \varphi \sin \psi \sin \theta & -\sin \varphi \cos \psi + \cos \varphi \sin \psi \sin \theta \\ \cos \psi \cos \theta & -\cos \varphi \sin \psi + \sin \varphi \cos \psi \sin \theta & \sin \varphi \cos \psi + \cos \varphi \cos \psi \sin \theta \\ \sin \theta & -\sin \varphi \cos \theta & -\cos \varphi \cos \theta \end{bmatrix} \times A_b$$

де

$$A_b = \begin{bmatrix} A_{xb} \\ A_{yb} \\ A_{zb} \end{bmatrix} - \text{матриця прискорення за осями у Body системі координат};$$

$$A_{ENU} = \begin{bmatrix} A_{xENU} \\ A_{yENU} \\ A_{zENU} \end{bmatrix} - \text{матриця прискорення за осями у ENU системі координат}.$$

Особливістю використання даних з акселерометрів є те, що результати вимірювання прискорення рухомого об'єкта будуть містити прискорення вільного падіння, що для поверхні Землі буде мати значення: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Тоді, для отримання значень прискорення рухомого об'єкта треба відняти величину прискорення вільного падіння від результатів вимірювання. У системі координат ENU це зробити досить легко, оскільки вісь Z направлена перпендикулярно вгору до поверхні еліпсоїда та приблизно співпадає з дією сили тяжіння Землі. Тобто:

$$A_{ENUG} = \begin{bmatrix} A_{xENU} \\ A_{yENU} \\ A_{zENU} - g \end{bmatrix}.$$

Загальне прискорення рухомого об'єкта може бути обчислене за формулою:

$$A_{ENUG} = \sqrt{A_{xENU}^2 + A_{yENU}^2 + A_{zENUG}^2}.$$

Оцінювання швидкості руху за прискоренням ґрунтується на використанні часу спостереження. Вимірювання прискорення відбувається у певний момент часу. Тоді можна записати, що

$$A_{ENUG} \quad t_i = \begin{bmatrix} A_{xENU} \quad t_i \\ A_{yENU} \quad t_i \\ A_{zENUG} \quad t_i \end{bmatrix}.$$

Оцінювання швидкості та пройденого шляху

Інтегруючи виміряні прискорення у певний момент часу t за відомими початковими значеннями параметрів ($V_{xENU}(t_{i-1})$, $V_{yENU}(t_{i-1})$, $V_{zENU}(t_{i-1})$), оцінюють швидкості:

$$V_{xENU} \ t_i = V_{xENU} \ t_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^{t_i} A_{xENU} \ t \ dt ;$$

$$V_{yENU} \ t_i = V_{yENU} \ t_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^{t_i} A_{yENU} \ t \ dt ;$$

$$V_{zENU} \ t_i = V_{zENU} \ t_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^{t_i} A_{zENUG} \ t \ dt .$$

Чи у матричному вигляді:

$$V_{ENU} \ t_i = V_{ENU} \ t_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^{t_i} A_{ENUG} \ t \ dt ,$$

де $V_{ENUG} \ t_i = \begin{bmatrix} V_{xENU} \ t_i \\ V_{yENU} \ t_i \\ V_{zENUG} \ t_i \end{bmatrix}$ – матриця швидкостей за осями ENU системи

координат.

Для рівноприскореного руху можна записати:

$$V_{ENU} \ t_i = V_{ENU} \ t_{i-1} + t_i - t_{i-1} \ A_{ENUG} \ t_i .$$

Загальну швидкість руху можна обчислити, знайшовши суму проекцій:

$$V_{ENUG} = \sqrt{V_{xENU}^2 + V_{yENU}^2 + V_{zENUG}^2} .$$

Шлях, що проходить рухоме тіло, можна визначити через прискорення таким чином:

$$S_{ENU} \ t_i = S_{ENU} \ t_{i-1} + \int_{t_{i-1}}^{t_i} A_{ENUG} \ t \ dt^2 ,$$

де $S_{ENUG} \ t_i = \begin{bmatrix} S_{xENU} \ t_i \\ S_{yENU} \ t_i \\ S_{zENUG} \ t_i \end{bmatrix}$ – матриця пройденого шляху за осями ENU

системи координат на час t_i .

Для розрахунку пройденого шляху використовується формула:

$$S_{ENU} \ t_i = S_{ENU} \ t_{i-1} + t_i - t_{i-1} \ V_{ENU} \ t_{i-1} + \frac{t_i^2 - t_{i-1}^2}{2} A_{ENUG} \ t_i .$$

Загальний шлях, що пройшов рухомий об'єкт обчислюється за формулою:

$$S_{ENUG} = \sqrt{S_{xENU}^2 + S_{yENU}^2 + S_{zENUG}^2} .$$

Результати обчислень

Для проведення експерименту було використано планшет «3Q»TS1010C з програмним забезпеченням «Data recording» для фіксації показань навігаційних сенсорів. На рис.1 наведено результати розрахунку загального прискорення з дією прискорення вільного падіння та на рис.2. без цього впливу.

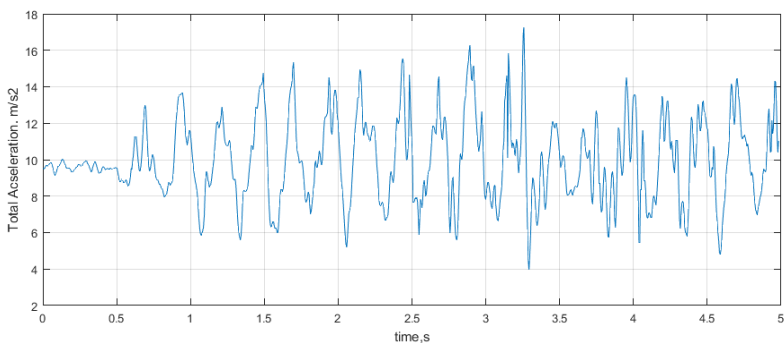


Рис.1. Результати вимірювання прискорювання

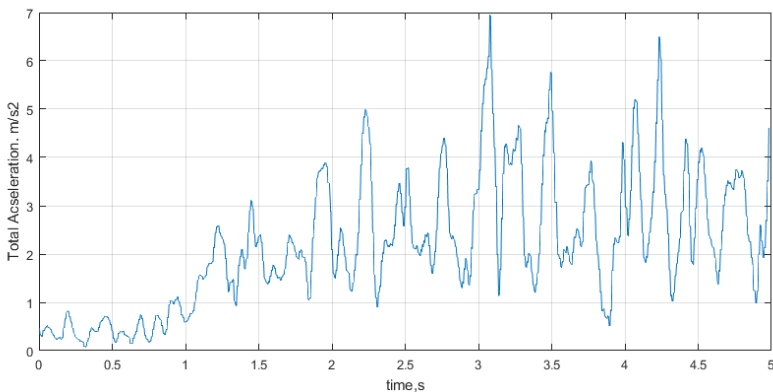


Рис.2. Прискорення без впливу Землі

Висновки

Виконано вимірювання параметрів прискорення за трьома його проекціями на вісі системи координат зв'язної з пристроєм. З результатів вимірювань видалено складову пов'язану з впливом прискорення вільного падіння та обчислено вектор швидкостей та пройдених шляхів за координатами. Оцінено загальну швидкість руху та пройдений шлях у ENU системі координат.

Список літератури

1. Mironyuk O.O. Tablet location tracking by inertial sensors / O.O. Mironyuk, M.V. Nychak, V.I. Zaporozhets, I.V. Ostroumov // III National Scientific Conference of young scientists and students «Problems and prospects of Aeronautics and Astronautics» 23 – 24 October 2014 y – Kyiv, 2014. – P. 13.
2. Nychak M.V Real time sensors data processing/ M.V. Nychak, V.I. Zaporozhets, I.V. Ostroumov // Polit. Challenges of science today: XIV International Scientific and Practical Conference of Young Researchers and Students, April 2–3, 2014 : theses. – К., 2014. – 35p.
3. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов – К.: НАУ, 2012 – 281с.
4. Навігаційні системи. Методи навігаційних визначень із використанням характеристик природних явищ: лабораторний практикум/ уклад.: В.Г. Мелкумян, І.В. Остроумов, Т.Л.Малютенко – К.: НАУ, 2016. – 70 с.

Розрахунок метрики класів польотних ситуацій безпілотного літального апарату

Розроблено методику розрахунку метрики класів польотних ситуацій у безпілотній авіаційній системі на основі критерію, що враховує ступінь відхилення БПЛА від запланованих параметрів руху. Запропонована методика дозволяє виконувати розрахунок метрик класів польотних ситуацій для кожного польотного завдання окремо.

Вступ

Визначення класу наявної польотної ситуації є важливим елементом виконання польотного завдання, особливо у випадку використання у обчисленнях відновлених даних від сенсорів БПЛА [4]. Для метричного формулювання класів польотних ситуацій (нормальної ситуації, ускладнення умов польоту, складної ситуації, аварійної та катастрофічної) [2, 3] використаємо критерій, що враховує ступінь відхилення БПЛА від вимог виконання польотного завдання. Для цього польотне завдання повинне містити набір запланованих значень параметрів, що задаються перед виконанням польоту з урахуванням всіх його складностей та особливостей. Надалі точне дотримання запланованих параметрів польоту відповідатиме нормальному перебігу польотного завдання.

Технічно задати значення запланованих параметрів польоту при багатопараметричному підході є складною задачею навіть для групи експертів. Відповідно до цього, у якості основних параметрів, пропонується задавати користувачам лише координати місцеположення контрольних точок прольоту БПЛА у певні моменти часу, що відображають чотиривимірну заплановану траєкторію руху БПЛА. Інші заплановані параметри БПЛА оцінюються за допомогою математичної моделі БПЛА перед початком польотного завдання. Крім того, для отримання запланованих параметрів може застосовуватись апріорна інформація розрахована за результатами попередніх спроб виконання аналогічного польотного завдання чи метод експертних оцінок.

Таким чином, для кожного параметра, що використовується для оцінювання класу польотної ситуації отримується набір значень, що відповідають нормальному перебігу польотного завдання.

Іншим важливим елементом багатоальтернативної класифікації є встановлення метрики класів польотних ситуацій, оскільки наявність певної ситуації відповідає певним відхиленням окремих параметрів від запланованих значень на певну величину. Слід зауважити, що величини відхилень є різними для різних класів ситуацій і не можуть бути обчислені лінійно. Відповідно до цього, пропонується ввести значення запланованої величини параметра, що відповідатиме певному класу ситуації. Ця величина характеризує відхилення від запланованого значення у певному метричному просторі та відображає певний стан безпілотної авіаційної системи.

У випадку багатопараметричної класифікації польотних ситуацій, пропонується оцінити величину Z для кожного класу польотної ситуації та для кожного з параметрів (рис. 1). Надалі метрика Z буде використовуватися для розрахунку апостеріорних ймовірностей класів ситуацій.

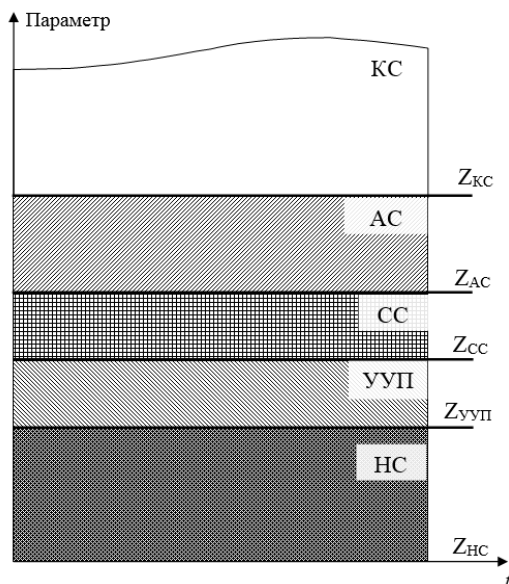


Рис.1 Класи польотних ситуацій

Відповідно до ймовірності виникнення класу польотної ситуації, сформуємо межі класів Z . Проте, значення катастрофічної ситуації доцільно задавати користувачу виходячи з суджень про невдале виконання польотного завдання. Поняття провалу завдання залежить від характеру польотного завдання та меж допустимих відхилень у певний момент часу. Завдання граничного порогу $Z_{КС}$ складається з визначення межі граничного відхилення БПЛА від заданої траєкторії руху, тобто визначається координатами. Граничні значення інших параметрів системи визначаються її технічними характеристиками та можуть вираховуватися за математичною моделлю БПЛА чи з використанням експертних оцінок на певний момент часу.

Припускаючи нормальність похибок датчиків БАС, та використовуючи апріорно відомі ймовірності виникнення польотних ситуацій з нормативних документів [1], розрахунок меж класів ситуацій виконаємо за оберненим розрахунком параметрів розподілу Гауса. Для цього виконаємо масштабування нормального закону розподілу випадкової величини до метрики класів ситуацій, розрахувавши параметр дисперсії для відомої ймовірності катастрофічної ситуації та заданого граничного відхилення.

Використаємо нормальний закон розподілу випадкової величини:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-M)^2}{2\sigma^2}} dx,$$

представлений через функцію Лапласа:

$$P(x) = \Phi\left(\frac{x-M}{\sigma}\right) - \frac{1}{2}, \quad (1)$$

де функція Лапласа наступного вигляду:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (2)$$

Розрахуємо параметри нормального закону розподілу за відомою ймовірністю появи катастрофічної ситуації та відхиленням параметру БПЛА (рис.2).

У цьому випадку параметру математичного сподівання відповідає заплановане значення певного параметру польоту:

$$M = Z_{\text{НС}}.$$

Середнє квадратичне відхилення розрахуємо виходячи з (1) наступним чином:

$$\begin{aligned} \Phi\left(\frac{x-M}{\sigma}\right) &= P(x) - \frac{1}{2}, \\ x - M &= \Phi^{-1}\left(P(x) - \frac{1}{2}\right)\sigma, \\ \sigma &= \frac{x-M}{\Phi^{-1}\left(P(x) - \frac{1}{2}\right)}. \end{aligned}$$

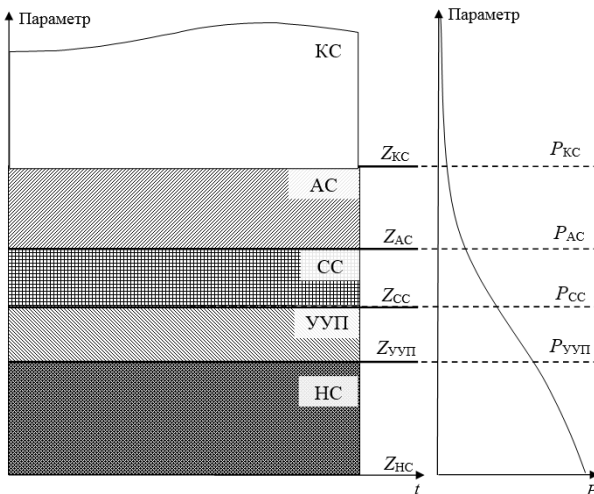


Рис. 2 Вибір метрики ситуацій

У якості ймовірності використаємо ймовірність появи найгіршого випадку – катастрофічної ситуації, тобто:

$$P(x) = P_{KC}.$$

Надалі за оціненими параметрами розподілу виконується оцінювання граничних значень для кожної з польотної ситуації :

$$Z = \Phi^{-1} \left(P - \frac{1}{2} \right) \sigma + M, \quad (3)$$

де $P = [P_{УУП} P_{СС} P_{АС} P_{КС}]$, $Z = [Z_{УУП} Z_{СС} Z_{АС} Z_{КС}]$

Граничні значення будуть використовуватися для подальшого оцінювання умовних щільностей ймовірностей. Приклад візуалізації метрик класів ситуацій у тривимірному просторі для аналізу виконання польоту БПЛА за критерієм відхилення від заданої траєкторії руху наведено на рис.3.

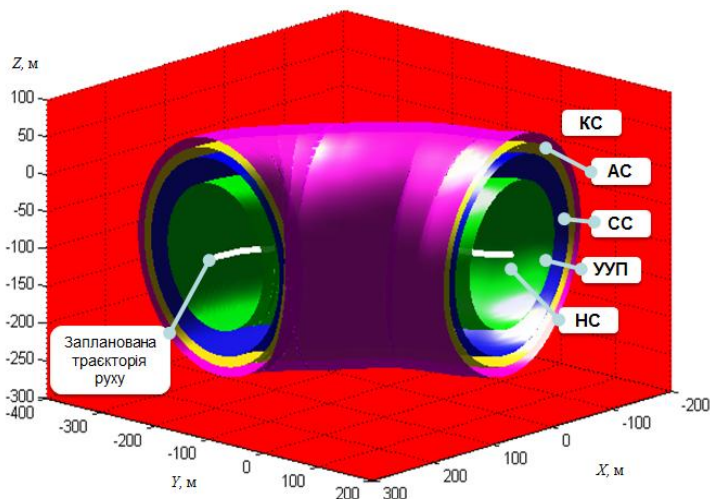


Рис.3. Візуалізація польотних ситуацій у тривимірному просторі

Висновки

Відмінності та особливості безпілотної авіації від пілотованої призводять до необхідності у розробці методики для розрахунку метрики класів польотних ситуацій у безпілотної авіаційній системі на основі критерію, що враховує ступінь відхилення БПЛА від запланованих параметрів руху. Використання апріорних ймовірностей виникнення класів польотних ситуацій для різних класів БПЛА, дозволяє методиці бути універсальною та виконувати розрахунок меж класів польотних ситуацій для кожного польотного завдання окремо.

Список літератури

1. Federal Aviation Administration AC 23.1309-1E. System safety analysis and assessment for part 23 airlines / U.S. Department of Transportation. – 2011. – 56 p.
2. Харченко В. П. Многоальтернативный последовательный метод в задачах ситуационного анализа воздушной обстановки / В. П. Харченко, Г. Г. Косенко // Моделирование радиоэлектронных систем и комплексов обеспечения полётов: сб. науч. тр. – К.: КМУГА, 1996. – С. 3–10.
3. Энциклопедия безопасности авиации / [Н. С. Кулик, В. П. Харченко, М. Г. Луцкий и др.]; под ред. Н. С. Кулика. – К.: Техника, 2008. – 1000 с.
4. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов – К.: НАУ, 2012 – 281с. – ISBN 978-966-598-783-3.

*T. Shmelova, DoS, National Aviation University, Ukraine
O. Shulimov, Junior Aeronautical Engineer (Lufthansa Systems Poland, Poland)*

Method of determination of optimal place of landing for remotely piloted aircraft

The aim of this work is determination of optimal place of landing for remotely piloted aircraft in emergency situation. In this research the process of flight of Remotely Piloted Aircraft (RPA), requirements to exploitation of RPA, integration of Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) to modern civil aviation, criteria of decision making under uncertainty are considered. Also the method of determination of optimal place of RPA landing under uncertainty and programming method of calculation of optimal place of landing of RPA under uncertainty according to criteria decision making in uncertainty.

Remotely piloted aircraft systems (RPAS) are a new component of the aviation system, one which the International Civil Aviation Organization (ICAO), States and the industry are working to understand, define and ultimately integrate.

The goal of ICAO in addressing RPAS is to provide an international regulatory framework through Standards and Recommended Practices (SARPs), with supporting Procedures for Air Navigation Services (PANS) and guidance material, to underpin routine operation of RPAS throughout the world in a safe, harmonized and seamless manner comparable to that of manned operations. Most importantly, introduction of remotely piloted aircraft into non-segregated airspace and at aerodromes should in no way increase safety risks to manned aircraft [1].

Today implementation of RPAS is necessary. They have transformed the idea of the air power in modern war times. They are smaller than jet aircraft. They are less expensive, and they don't put the pilots at risk when they crash. One of the tasks that solve RPA pilot in the process of pre-flight planning is a selection of alternate aerodromes/places for return procedure in the case of emergency situation that is caused by meteorological conditions [1, 2]. During pre-flight preparation adequate fuel/energy capacity should be predicted. This operation is necessary for possible excursion from planned place of landing/return. In this case RPA can fly to the alternate aerodrome/place safely and perform approach and landing. A RPA pilot should include following factors [1, 2, 3]:

- adequacy of fuel/energy reserve;
- distance to the alternate aerodrome/place;
- reliability of C2 lines for connection with RPA;
- possibility of communication with ATC units;
- meteorological conditions on the alternate aerodrome/place.

The multifunctional model of selection of alternate aerodrome/place of RPA is proposed for economical effectiveness of flight realization of RPA which is used in remote system of decision making support of UAV's operator [4-8]. In this article the decision of selection task of alternate aerodrome/place in the case of emergency landing (difficult meteorological conditions, etc) by method of decision making (DM) under uncertainty by means of the criteria of decision making under uncertainty: Wald, Laplace, Savage, Hurwicz.

Algorithm

of finding of optimal landing aerodrome./place (alternate aerodrome/place, (AAP)) for return operation in the case of emergency situation that is caused by meteorological conditions:

1. Formation of multiplication of alternative decisions {A} from ADep, ADest, AAP:

2. Formation of multiplication of factors $\{\lambda\}$, that influence on selection of AAP in the case of H-O decision making in conditions of forced landing of RPA (emergency landing, etc) :

3. Formation of multiplication of possible consequences {U} that influence on selection of AAP in the case of H-O decision making in conditions of forced landing of RPA (emergency landing, etc):

4. Formation of decision matrix $M = \parallel M_i \parallel$ (table 1).

5. Selection of criteria of decision making under uncertainty in the case of selection of AAP for return operation and in the case of emergency situation that is caused by meteorological conditions Wald, Laplace, Savage, Hurwicz criterion.

The matrix of possible results of decision making that relates to selection of AAP for return operation in the case of emergency situation or uncertain situation that is caused by meteorological conditions is represented in the table 1. The matrix of possible results of decision making that relates to selection of AAP.

Table 1

The matrix of possible results of AAP's DM

Alternate decisions		Factors that influence on decision making					
		Availability of fuel/energy onboard of RPA	Distance of RPA from ADep, ADest, AAP	TTC, AAP, ADep, ADest	Meteorological conditions on ADep, ADest, AAP	Reliability of C2 lines for connection with RPA	Possibility of communication with ATC units
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
A1	AADest	u11	u12	u13	u14	u15	u16
A2	AADep	u21	u22	u23	u24	u25	u26
A3	AAAP1	u31	u32	u33	u34	u35	u36
A4	AAAP2	u41	u42	u43	u44	u45	u46
A5	AAAP3	u51	u52	u53	u54	u55	u56

Wald criterion (minimax criterion) is based on a conservative careful behavior of the person who makes the decision, and reduced to selecting the best alternatives from the worst. Laplace criterion is based on the principle of insufficient grounds, according to which in case of unknown probability distribution of P_i states of nature should be considered as equal. Savage criteria seek to mitigate conservatism of minimax criteria by replacing the losses matrix to risk matrix. Hurwitz Criterion covers a number of different approaches to DM - from the most optimistic to the most pessimistic (conservative).

Let's calculate optimal aerodrome/place of RPAS landing from Kyiv to Boryspil aerodromes. On this stage AAdest – Boryspil aerodrome, AAdep – Kyiv aerodrome, AAAP1, AAAP2, AAAP2 – alternative places of landing. First of all formation matrix of decisions should be constructed in table 2.

Table 2

Formation of matrix of decisions Mi									
Alternate decisions		Factors that influence on decision making						Calculation	
		Availability of fuel/energy onboard of RPA	Distance of RPA from ADep, ADest, AAP	TTC, AAP, ADep, ADest	Meteorological conditions on ADep, ADest, AAP	Reliability of C2 lines for connection with RPA	Possibility of communication with ATC units	Laplace criterion	Wald criterion
		$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$		
A1	AAADest	1	1	9	6	5	7	1	5
A2	AAADep	8	9	9	2	8	8	2	7.3
A3	AAAP1	5	6	3	3	6	3	3	4.3
A4	AAAP2	6	5	2	5	5	2	2	4.7
A5	AAAP3	5	7	7	4	4	1	1	4.6

Selection of criterion of decision making under uncertainty: Wald (minimax) criterion – the flight is performed rarely (A3); Laplace criterion – the flight is performed often (A2).

The computer program "Classical criterions of decision making: Wald, Laplace, Hurwicz, Savage" is designed to assess decision making using four criterion of estimation, such as: Wald, Laplace, Hurwicz and Savage [9]. A computer program has been developed with the help of programming language «Matlab», using the software «Matlab R2012a». This computer program demands installation of Matlab R2007a software or later version. This program is useful and complex tool to find optimal solution of any problem. Using this computer software you can compute profits and losses of your enterprise but in this project this software is used for purposes to find optimal place of landing of RPA. Other words, you will be able to find the best or the worst decision according to decision of one or multiple number of persons. Also you can choose any desired number of assessment criteria. Four different methods of calculations help to optimize solution. After computer program run, user is able to see following interface (fig.1).

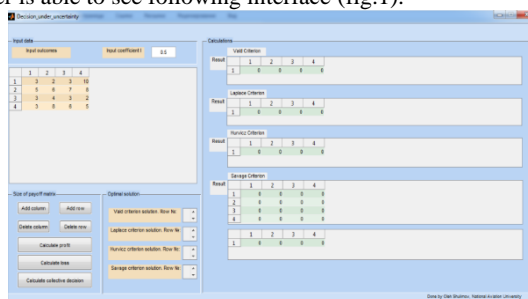


Fig. 1 Graphical interface of the computer program

The field "Calculations" shows current calculations according to four criteria. Following figure demonstrates it (fig.2).

Calculations

Wald Criterion				
	1	2	3	4
5	1	2	5	2
1	2	5	2	3

Laplace Criterion				
	1	2	3	4
6.8	1	2	3	4
2	4.5000	6.5000	3	5.5000

Hurwicz Criterion				
	1	2	3	4
6.5	1	2	3	4
1	6	6.5000	3	5.5000

Savage Criterion				
	1	2	3	4
2	1	2	3	4
1	2	6	4	0
2	0	2	6	2
3	2	4	4	0
4	2	0	1	5

	1	2	3	4
1	6	2	8	5

Fig.2 Current calculations filed

The field “Optimal solution” outputs optimal final result of calculations. The number in this field defines the number of the best suitable row according to criteria and method of calculations. The program is universal for calculation of optimal decision under uncertainty according to four criteria Wald, Laplace, Hurwicz and Savage for the any number of factors and alternate solutions. A user chooses the number of factors and alternative solutions with the help of panel “Size of payoff matrix” and program calculates optimal solutions, output result on panel “Optimal solution” depending on selected type of calculations (finding of profits, losses, collective solution). Following picture demonstrates the final result (fig.3).

Decision under uncertainty

Input data: Input criterion: 0.5

Size of payoff matrix: 13x13

Optimal solution: 1

Wald criterion solution: 1

Laplace criterion solution: 1

Hurwicz criterion solution: 1

Savage criterion solution: 1

Calculate collective decision

Calculations

Wald Criterion													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Laplace Criterion													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6.8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	4.5000	6.5000	3	5.5000	7.5000	6.4000	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	8.0000

Hurwicz Criterion													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	6	6.5000	3	5.5000	7.5000	6.4000	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	8.0000

Savage Criterion													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Fig.3 Final result of program

Conclusion

It is clear from calculations that according to Wald criterion a return to place of alternative landing is better, if flights are performed rarely. If flights are realized often return to aerosrome of departure is better solution according to Laplace criterion. The program is useful and complex tool to find optimal solution of any problem. Using this computer software you can compute profits and losses of your enterprise but in this project this software is used for purposes to find optimal place of landing of RPA. Other words, you will be able to find the best or the worst decision according to decision of one or multiple number of persons. Also you can choose any desired number of assessment criteria. Four different methods of calculations help to optimize solution.

References

1. Doc. 10019-AN/507, Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS), [Text] / ICAO. First Edition- 2015.
2. Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам (ДПАС) / Doc. 10019/AN 507. 1-е изд. – Канада, Монреаль: ICAO, 2015.-190 с.
3. Беспилотные авиационные системы (БАС) / Circ. ICAO 328-AN/190. – Канада, Монреаль: ICAO, 2011. – 66 с.
4. Shmelova T. Graph Theory Applying for Quantitative Estimation of UAV's Group Flight / T. Shmelova, D. Bondarev // Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APPUAVD). 2015 IEEE 3d International Conference. Kyev, 13-15 October 2015.: Proceeding. – P.328-331
5. Shmelova T. Modeling of the Decision Making by UAV's Operator in Emergency Situations / T. Shmelova, D. Bondarev. Y. Znakovska // 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2016). 2016 IEEE 4d International Conference. Kyev, 18-20 October 2016:Proceeding. – P.31-34
6. Shmelova T. Models of personality and activities of Remotely Piloted Aircraft System's operator / T. Shmelova, Y. Kovaljov, V. Shostak // 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2016). 2016 IEEE 4d International Conference. Kyev, 18-20 October 2016.: Proceeding. – P.121-125
7. Харченко В. П. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – К. : НАУ, 2016. – 308 с.
8. Strategic Imperatives and Core Competencies in the Era of Robotics and Artificial Intelligence Chapter 9. Decision-Making Models of the Human-Operator as an Element of the Socio-Technical Systems / Nina Rizun, Tatyana Shmelova. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2016. – P. 167-204
9. А.с. Комп'ютерна програма «Класичні критерії прийняття рішень: Вальда, Лапласа, Гурвиця, Севіджа» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №60624 від 14.07.2015 / Т.Ф. Шмельова, О.С. Шулімов, М.О.Чорна, О.В. Ковтунець

The algorithm of air traffic controller actions in case of unmanned aircraft vehicles's emergency situations

The article deals with the problem of Unmanned Aerial Vehicles flights for solution of different tasks in emergency situation. Based on statistical data it was analyzing the types of emergencies for unmanned aircraft. Defined sequence of actions Unmanned Aerial Vehicles operator and in case of emergencies.

Unmanned aircraft has several advantages, namely low operating cost, good concealment and flexibility, simplicity and availability of technology compared to manned aircraft and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) can be used in cases where the usage of manned aircraft is impractical, expensive or risky [1; 2]. The main advantage of using UAVs is tasks that involve risk to humans and efficiency in solving economical problems.

Obviously, UAVs are effective in monitoring forest fires, search and rescue operations in the processing of agricultural crops, relay communications and the movement of goods. In this sense, the usage of UAVs is more appropriate: to relay communications in those places - where the antenna coverage cannot be set because of difficult terrain, agriculture, with aerial photography, moving cargo. In addition, UAVs were used for military purposes since 1961 [1].

The disadvantages of unmanned aircraft include the limited capacity due to the small size of UAV that can be satisfied for the group flight usage [2]. In addition, the group of small and light UAV efficiently perform a task than one piloted aircraft: photo/video monitoring, increasing the density of surface area when spraying crops, and so on [3].

Emergency situations may occur when flying both in manual, and in the autonomous management. For operations carried out "manually", plays an important role the human factor and a significant part of emergency arises due to wrong actions of the operator. Using a constant two-way radio comes to continuous Manual control device parameters, which leads to certain restrictions and inconveniences - the operator can't be distracted from the management and takes full responsibility for the state-controlled UAVs, for his safety and for the safety of the environment and people.

Let us have some UAV that performed different tasks purposes. At a certain stage of flight is probable extraordinary or emergency situations (for example: loss of control, engine failure bird strike, etc.), where it is some risk to lost UAVs. Taking into account the high cost of UAVs it is proposed to build an algorithm of UAV's operator actions using module «ASSIST» for each type of UAV. Module «ASSIST» include to distributed Decision support system (DSS) [3].

So, the main problem is lack of recommendation action algorithm of ATC in case of UAV's emergency situation.

So, according to ASSIST there are such types of emergency situations which can be on a board of UAV: birdstrike, bomb warning, brake problems,

communication failure, electrical problems, emergency descent, engine failure, fire on a board, fuel problems, gear problems, problems with the hydraulic system, icing, fuel dumping, emergency landing, take off abort, low oil pressure. And actions of UAV's operator almost the same like actions of a pilot of a civil aircraft.

For planning and flight control UAV developed a distributed Adoption Support System Solutions (ASSS), which represents a complex system with complex interactions geographically distributed local ASSS operators of UAS. During the flight UAVs may be controlled by remote piloting station (RPS). At any given time t_i , k -UAV must piloted by only one j -th RPS, if necessary, at time t_{i+1} to be transmitted to the control $(j + 1)$ th RPS (Figure 1). This transfer flight control of the j -th RPS to $(j + 1)$ -th RPS to be safe and effective, which is provided through the local DSS operators UAV.

According to the recommendations of the ICAO guidelines [7] task system can perform one or more nodes (local UAVs operators RPS systems). With the formation of the database addresses issues related to the inclusion of UAS the existing regulatory framework of civil air navigation system; description and classification of UAVs and related components; rules of flight, such as instrument flight rules (IFR) and Visual Flight Rules (VFR) flights in the visual line of sight (VLOS) and beyond line of sight (BVLOS) [7]. Machinery and equipment starting to return, if it is used, UAVs, RPS, line C2 and other components make up the DPAS (Figure 2). Indeed, UAV piloted by remote piloting station (RPS) using line management and control (C2). For piloting UAVs use RPS, which is both portable and bahatopultovuyu station is located indoors or outdoors, be stationary or mobile (mounted on the vehicle / ship / aircraft).

According to Order 661 by Ministry of Defense of Ukraine there are 2 main types of emergency situations:

1. Loss of control drones
2. Forced landing unmanned aerial vehicle

In case of loss of external control UAV pilot (operator) immediately report to ATC height, position and direction of flight of the UAV and acting on its instructions. The controller (ATS) immediately take measures to prevent accidents between UAV's and other aircraft in the area of UAV flights, lost control, and notifies duty air defense forces.

External pilot (operator) in case of forced landing decided to perform emergency landing, transmit to ATC unit time and place of the forced landing.

The ATC in the case of notification of an emergency landing UAV must:

- locate UAV;
- immediately notify the search and rescue department.

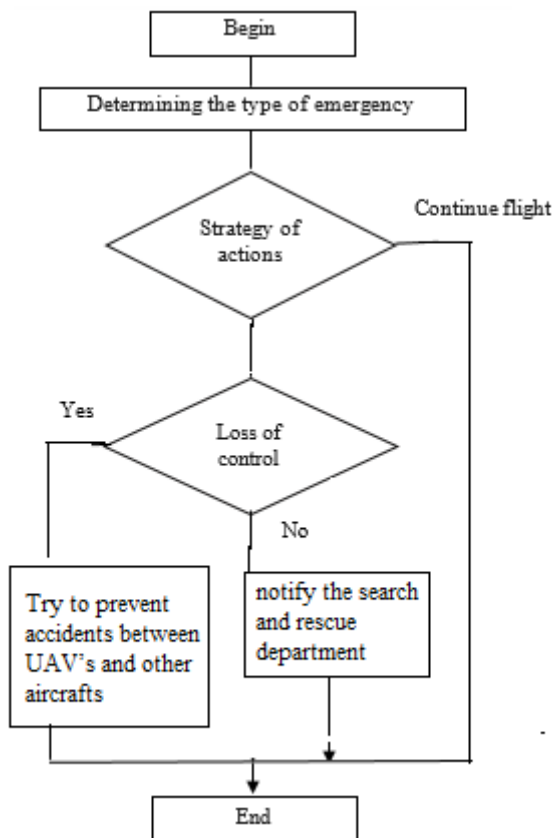


Fig 1. Algorithm of actions of ATC

Conclusion

According to statistical data it was analyzing the types of emergencies for unmanned aircraft. Defined sequence of ATC actions in case of emergencies with UAV.

References

- [1] Reg Austin, Unmanned aircraft systems: UAVS design, development and deployment, 2010 John Wiley & Sons Ltd.
- [2] Gulevich S.P., Veselov Y.G., Pryadkin S.P., Tirnov S.D. Analysis of factors affecting the safety of the flight of unmanned aerial vehicles.

Causes of accidents drones and methods of preventing them «Science and education», № 12, December 2012. (In russian)

- [3] D.I. Bondarev. Consolidation of information flow by controlling piloted and unmanned aircrafts / D.I. Bondarev, A.V. Stratiy., T.F. Shmelova // Materials of science and technical conference: «The problems of global communication, navigation surveillance». – Kiev: NAU, 2014. – P. 33. (In russian)
- [4] D.I. Bondarev, R.T. Djafarzade, A.M. Kozub «The effectiveness of unmanned aerial vehicles group flights» Information processing systems - scientific periodical, Kharkiv, 2014 P. 9. (In russian)
- [5] R.A Brooks. A robust layered control system for airmobile robot IEEE Journal Robotics and Automation. № 2(1), 1986 P. 14-23.
- [6] S. M. Ganin, A.V. Karpenko, Unmanned Aircraft Vehicles, Snt-Petersburg, 1999, P. 160. (In russian)
- [7] Manual of Remoted Piloted Aircraft Systems (RPAS) / Doc. 10019/AN 507. 1st Edition – Canada, Montreal: ICAO, 2015.-190 p.
- [8] A.C. The computer program "aggregation of disparate information flows" certificate of registration of copyright №59466 from 29.04.2015 / T.F. Shmelova, A.V. Stratiy. (In russian)
- [9] A.C. The computer program "Decision making under uncertainty" certificate of registration of copyright №56819 from 12.08.2014 / T.F. Shmelova, Y.A. Znakovskaya, A.M. Ivleva. (In russian)

Т.Ф. Шмельова, д.т.н., доц.
В.В. Стратій, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Розроблення бази даних розподіленої системи управління дистанційно пілотованими повітряними суднами

Пропонується аналіз задачі організації інтегрованих польотів дистанційно пілотованих повітряних суден. Запропоновано структуру розподіленої системи підтримки прийняття рішень управління польотами ДППС. Розроблено бази даних локальних СППР експлуатантів дистанційно пілотованих авіаційних систем в рамках розподіленої СППР. В якості бази даних запропоновано NoSQL рішення для раціонального агрегування даних і збільшення швидкості обробки запитів.

Керівництвом Міжнародної організацією цивільної авіації (ICAO) визначаються основні вимоги до організації та здійснення використання ДПАС [3]. Підкреслюється, що ДПАС відносяться до систем, які засновані на новітніх розробках в області авіаційно-космічних технологій, можуть відкрити нові і розширити наявні можливості способів застосування, підвищити рівень безпеки польотів та ефективності діяльності всієї цивільної авіації [1]. Мета полягає в розробці міжнародної нормативної бази, заснованої на Стандартах і рекомендованій практиці (SARPS), що доповнюються Правилами аеронавігаційного обслуговування (PANS) і інструктивним матеріалом, яка забезпечить можливість виконання безпечних, узгоджених і ефективно інтегрованих польотів ДППС аналогічно польотам пілотованих повітряних суден (ППС). Найважливіше завдання полягає в тому, щоб інтеграція ДППС в несегрегований повітряний простір не призвела до підвищення рівня ризику для безпеки польотів ППС [3, 4]. Відповідно до рекомендацій в рамках системи цивільної авіації, ДПАС гратимуть роль рівноправного партнера, здатного взаємодіяти з органами управління повітряним рухом (УПР) і з іншими повітряними суднами (ПС) в реальному масштабі часу [3 - 5]. Розглянемо задачу організації інтегрованих польотів ДППС і ППС за рахунок розроблення розподіленої системи підтримки прийняття рішень (СППР) експлуатанта ДПАС з урахуванням вимог та рекомендацій ICAO до організації та експлуатації ДПАС; відповідно до існуючих класифікацій ДППС.

Системи підтримки прийняття рішень, як зосереджені, так і розподілені широко застосовуються для проектування і управління складними системами, в медичній діагностиці, в системах УПР, робототехніці, екстремальних ситуаціях, сільськогосподарській авіації при хімічному захисту рослин, фінансових структурах, тощо [6, 7].

Метою РОБОТИ є: розроблення структури розподіленої СППР управління польотами ДППС; розроблення бази даних локальних СППР експлуатантів ДПАС в рамках розподіленої СППР. Для планування та управління польотами БППС розроблено розподілену СППР, що є складною системою з комплексними взаємодіями територіально розподілених локальних

СППР експлуатантів ДПАС. Протягом польоту управління ДППС може здійснюватися з пункту дистанційного пілотування (ПДП).

Згідно з рекомендаціями Керівництва ІКАО [3] задачі системи можуть виконувати один чи декілька вузлів (локальних системам СППР експлуатантів ДПАС). При формуванні БД розглядаються питання, що пов'язані з включенням ДПАС в існуючі нормативні рамки цивільної аеронавігаційної системи; опис і класифікацію ДППС і відповідних компонентів; правила виконання польотів, наприклад, правила польотів за приладами (ППП) і правила візуальних польотів (ПВП), візуальні польоти в межах прямої видимості (VLOS) і за межами прямої видимості (BVLOS) [3]. Пускове обладнання та устаткування для повернення, якщо воно використовується, ДППС, ПДП, лінія С2 та інші компоненти складають ДПАС (рис.1). Дійсно, ДППС пілотовані з пункту дистанційного пілотування (ПДП) з використанням лінії управління та контролю (С2). Для пілотування ДППС використовують ПДП, який являє собою як портативний пристрій, так і багато-пультову станцію, розташовується в приміщенні або поза приміщенням, може бути стаціонарним або мобільним (встановленим на транспортному засобі / кораблі / повітряному судні).

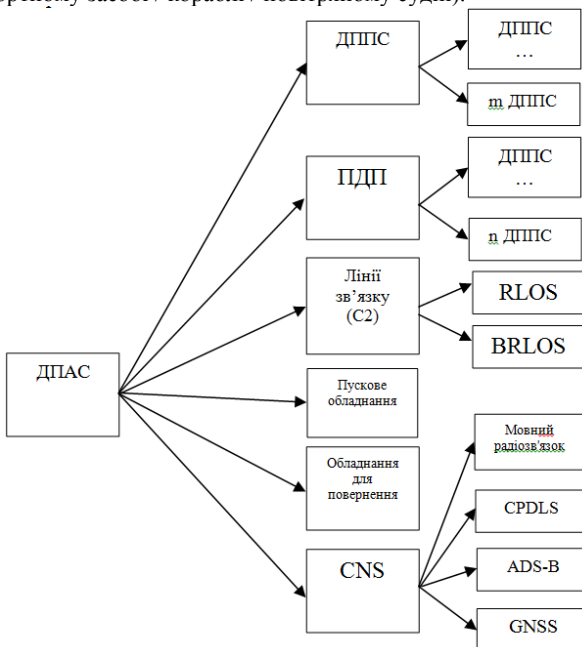


Рис. 1. Основні компоненти ДПАС

Для координації взаємодії і обміну інформацією між зовнішніми пілотами розроблені БД локальних СППР. При розробленні бази даних локальних СППР користувачів ДПАС проведено аналіз компонентів ДПАС, ДППС, ПДП, С2, тощо. Враховується порядок експлуатації ДПАС, що містить

мету польоту, правила польотів, райони польотів, функціональні рівні ліній С2 та інші нормативи.

Задача консолідації потоків зводиться до розробки комп'ютерної системи, яка дозволить об'єднувати інформацію з безлічі джерел та групувати її відносно пріоритетів подаючи на вхід інтерфейсу користувача. Як вже підкреслювалось, основними компонентами такої системи є база даних, база моделей та інтерфейс користувача (рис. 2). Пропонується база моделей (БМ) інтегрованої системи управління, що містить інтегровані моделі для ситуаційного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі в умовах зміни паритетів, тобто в умовах ризику, невизначеності, багатокритеріальності, багатофункціональності, динаміки зовнішнього середовища. База даних (БД) - інформаційна структура, яка містить дані про стан та відношення об'єктів, що аналізуються) і система управління базою даних (СУБД). Згідно з положеннями статті 8 Чиказької конвенції ДППС, виконання польотів яких планується над територією іншої держави, повинні отримати від цієї держави спеціальний дозвіл, в зв'язку з чим існує типова форма «Бланку запиту на видачу дозволу». База даних СППР містить інформацію відповідно до змісту інформаційного Бланку запиту на видачу дозволу».

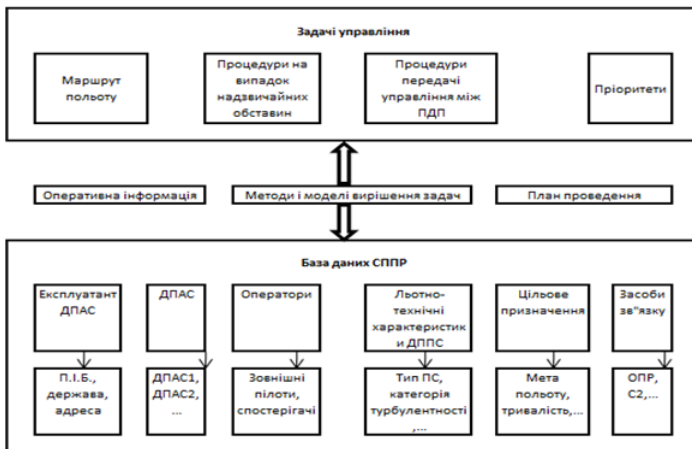


Рис. 2. Основні підсистеми розподіленої СППР експлуатантів ДПАС

Система для консолідації колективного управління рухом ставить високі вимоги до системи управління базою даних (СУБД). Виходячи з поставленої задачі повинна забезпечуватися висока швидкість роботи з даними, надійність, а також гнучка масштабованість для подальшого розширення системи. Останнім часом у зв'язку із стрімким розвитком обчислювальних технологій і збільшенням користувачів цих технологій, гостро постає питання забезпечення продуктивної роботи з даними та підтримкою можливості гнучкої зміни структури даних. Реляційні бази даних не можуть в достатній мірі забезпечити потреби сучасних інформаційних систем. Розробникам довелося шукати інші підходи до організації роботи з даними. Так утворився окремий напрямок розвитку СУБД: NoSQL - Not Only SQL, що

означає використання не тільки реляційного підходу, а й інших [10; 11]. Бази даних NoSQL мають наступні характеристики:

- не використовується SQL;
- неструктуровані (schemaless);
- представлення даних у вигляді агрегатів (aggregates).

Інформаційний блок локальних СППР експлуатантів ДПАС в рамках розподіленої СППР складений відповідно до рекомендацій ІКАО [3; 4], Інструкції зі складання заявок на використання ПП під час планування проведення польотів містить наступні компоненти [12]:

- характеристики ДПАС, ДППС, ПДП, засобів зв'язку, навігації, спостереження (ліній управління и контролю (C2), GNSS, ADS-B тощо);
- сертифікація ДПАС, ПДП, ДППС, льотна придатність;
- обов'язки експлуатанта ДПАС;
- управління безпекою польотів;
- засоби для виявлення і запобігання різних видів небезпеки (DAA);
- зв'язок з органами ОрПР;
- процедури експлуатації посадочних площин, аеродромів
- процедури експлуатації ДППС, правила виконання польотів.

На відміну від реляційної моделі, яка зберігає логічну бізнес-суть додатка в різні фізичні таблиці в цілях нормалізації, NoSQL сховища оперують з цими сутностями як з цілісними об'єктами. Таким чином замість створення нової таблиці на кожную окрему сутність ми просто створюємо об'єкти цих сутностей з визначеними для них атрибутами. Використання даного підходу, в поставленій задачі, дозволить абстрагуватися від конкретних об'єктів і їх атрибутів та дозволить працювати з окремими потоками як з цілісними сутностями. Завдяки цьому можна використати стандартизований підхід до консолідації усіх інформаційних потоків в предметній області, а також визначити для кожного з них пріоритети використання ДПАС і правила виконання польотів ДППС.

Висновки

Глобальна експлуатаційна концепція організації повітряного руху, яка відображає бачення ІКАО єдиної узгодженої і заснованої на глобальній взаємодії систем АНС, повинна забезпечувати консолідацію колективного управління рухом. Консолідація інформаційних потоків відіграє важливу роль під час управління повітряним рухом. В умовах сучасного стрімкого розвитку авіації до людини надходить велика кількість інформації від різноманітних систем керування. Для прийняття правильного рішення інформація, яка надходить до авіадиспетчера, повинна бути структурована, а інформаційні потоки консолідовані. Саме тому виникає потреба у створенні системи яка буде структурувати інформацію, збирати та консолідувати в собі різноманітні інформаційні потоки і на вихід подавати готові рішення для управління повітряним рухом. Для реалізації такої системи велику роль відіграє вибір бази даних. Аналіз існуючих рішень показав необхідність використання NoSQL БД. Такі системи здатні забезпечити потрібну швидкість роботи. А завдяки

особливому підходу до агрегування даних виникає можливість стандартизації способів консолідації потоків.

Список літератури

1.Reg Austin. Unmanned aircraft systems: UAVS design, development and deployment / 2010, John Wiley & Sons Ltd, 2010. – P.372.

2.Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П.Харченко, В.І.Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. – К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012. – 464 с.

3.Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам (ДПАС) / Doc. 10019/AN 507. 1-е изд. – Канада, Монреаль: ICAO, 2015.-190 с.

4.Беспилотные авиационные системы (БАС) / Circ. ICAO 328-AN/190. – Канада, Монреаль: ICAO, 2011. – 66 с.

5.Procedures for Air Navigation Services. Air Traffic Management / Doc. 4444-RAC/501. – 15-е изд. – Канада, Монреаль: ICAO, 2007. – P.180.

6.Shmelova T.F. Graph theory applying for quantitative estimation of uav's group flight into aerial photography/ T.F. Shmelova, D.I. Bondarev // Electronics and Control Systems 2015. N 4(46): P.128-133

7.Герасимов Б.М., Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности: Монография / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач – Севастополь: 2004. – 318 с

8.Бондарев Д.І. Консолідація інформаційних потоків при керуванні безпілотними і пілотованими повітряними суднами / Бондарев Д.І, Стратій А.В., Шмельова Т.Ф. // Матеріали науково-методичної конференції «Проблеми розвитку глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху CNS/ATM». – Київ: НАУ, 2014. – С. 33.

9.А.с. Комп'ютерна програма «Агрегація різномірних інформаційних потоків» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №59466 від 29.04.2015 / Т.Ф. Шмельова, Стратій А.В.

10. Мартин Фаулер. NoSQL: новая методология разработки нереляционных баз данных / Фаулер Мартин. — М. : Вильямс, 2013. — 192 с.

11. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. — М : Вильямс, 2005. — 1328 с.

12. Інструкція зі складання заявок на використання повітряного простору (ПП) під час планування проведення відповідного виду діяльності: Наказ Міністерства оборони України, Міністерства транспорту та зв'язку України від 14.10.2009р. N 518/1063.

*О.О. Нахаба, старший науковий співробітник
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

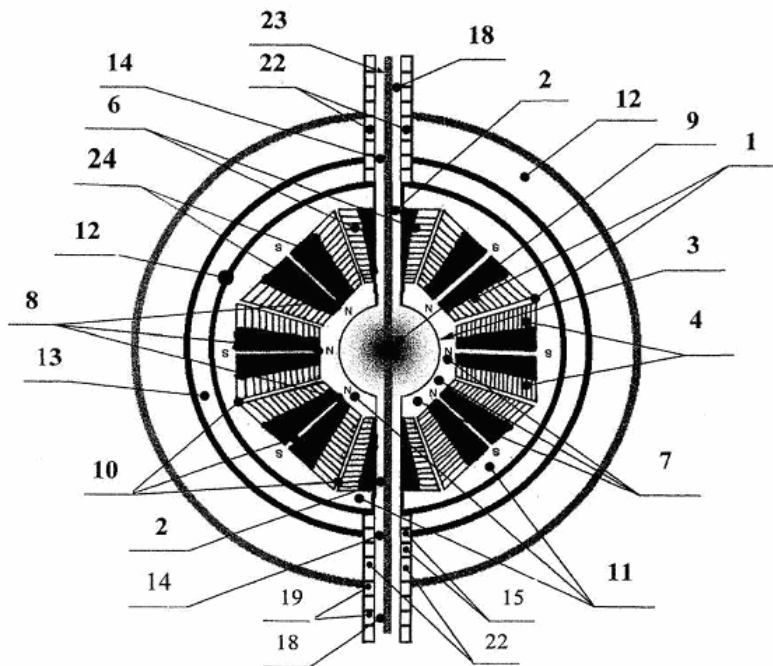
Оптимізація структурних компонентів перспективних літальних апаратів майбутнього на основі нового прототипу плазмового контейнера для високотемпературної плазми сферичної форми, а саме на основі «радіальної електромагнітосфери»

у даній доповіді коротко представлені передумови для створення нової енергетичної установки для літальних апаратів майбутнього на основі нового плазмового контейнера для утримання сферичної плазми, а саме на основі «радіальної магнітосфери».

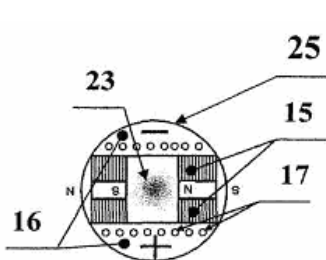
Відомо, що основна проблема створення систем для використання енергії ядерної та термоядерної реакцій - це проблема ефективного утримання високотемпературної плазми. На сьогоднішній день тільки магнітне поле може ефективно ізолювати високотемпературну плазму від зовнішнього середовища. Тому виникла необхідність створення електромагнітних пристроїв, котрі були би здатними утримувати плазму та керувати нею. Але сучасні технології дозволяють утримувати термоядерну плазму лише на долі секунди та не дозволяють повноцінно керувати нею, тому поки ще не мають практичного значення.

Найбільш близьким до запропонованого технічного рішення є сферичний токамак, що також представляє собою камеру, що складається з надпровідних обмоток, але у цьому токамаці, на відміну від запропонованого пристрою, плазма створюється та утримується у вигляді плазмового шнура тороїдної форми [1, 2, 3]. Недоліком такого пристрою є низька щільність створеної ним плазми, та її недостатня стабільність, що не дозволяє довготривало утримувати високотемпературну плазму та ефективно її використовувати. Другим недоліком є занадто великі розміри обмоток токамаку для відносно невеликого магнітного потоку, створеного ними, що не дозволяє створити магнітне поле достатньої щільності для утримання ядерної і тим більше термоядерної плазми.

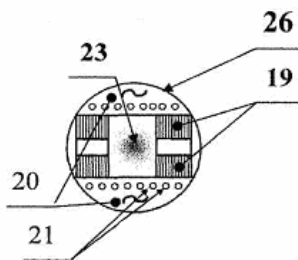
В основу корисної моделі поставлена задача розробки пристрою для утримання високотемпературної плазми у згустку сферичної форми та її керованої емісії у строго детермінованому напрямі, в якому за рахунок оригінального конструктивного рішення забезпечується максимальне зближення бокових поверхонь обмоток 4, 5 та 6 камери 1, що створює більш герметичне магнітне поле, а за рахунок зменшення розмірів камери до кількох сантиметрів при збереженні високої сили струму у надпровідних високоіндуктивних обмотках значно підвищується щільність магнітного потоку і створюються умови для ефективного тривалого утримання нехай і невеликої кількості (кілька мм³) ядерної або термоядерної плазми.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3

Пристрій складається з камери 1 сферичної форми з отворами 2, реакторного відсіку 3, надпровідних електромагнітних екваторіальних обмоток конічної форми із знімними сердечниками 24 із феромагнетика з вузьким центральним каналом 4 (розташованих по екватору камери 1), півкульних обмоток конічної форми із знімними сердечниками із феромагнетика з вузьким центральним каналом 5 (з котрих складаються півкулі камери 1) та двох полярних обмоток конічної форми із знімними

сердечниками із феромагнетика з широким центральним каналом 6 (розташованих по полюсам камери 1), в усіх цих обмотках створюється постійне магнітне поле високої щільності 7 (північні полюси 8 котрого направлені у центр реакторного відсіку, де утримується високотемпературна плазма 9), каналів 10 для кріогенного охолодження обмоток рідким гелієм 11, герметичного корпусу 12 із водяним бар'єром 13, та інтегрованих МГД-генераторів постійного електричного струму 14 та перемінного електричного струму 18, що у свою чергу складаються з ланцюгів надпровідних електромагнітних обмоток 15, 19, розташованих у проекції центральних каналів обмоток 6 та надпровідних електродів 16, 20 для поглинання іонів плазмового потоку 23 із каналами 17, 21 для кріогенного охолодження. Для ізоляції генеруемого постійного від перемінного електричного струму, проміж МГД-генераторами 14 та 18 розташовано міжгенераторний ізолятор 22.

Пристрій реалізується наступним чином.

1 етап – створення у реакторному відсіку 3 камери 1 плазмового згустку сферичної форми. Після увімкнення електромагнітних обмоток 4, 5 та 6 та створення у них постійного магнітного поля, північні полюси 8 котрого направлені у центр реакторного відсіку 3, де за допомогою серії дугових розрядів, створюється плазмовий згусток сферичної форми. Паралельно у цей згусток поступово вводиться речовина, що складається із легких атомів (наприклад рідкий гелій, або газообразний водень), та за допомогою лазерного опромінення уся ця суміш підігрівається до температури, необхідної для іонізації усіх атомів суміші, і таким чином введена речовина підтримується у вигляді плазмового згустку сферичної форми у центрі реакторного відсіку 3 камери 1. Цей етап супроводжується витратою енергії.

2 етап - перетворення енергії згустку плазми сферичної форми у електроенергію. Після завершення створення плазмового згустку, сила струму на обмотках 4, розташованих по екватору камери 1 зменшується і починається емісія плазми крізь центральні канали обмоток 6 (що розташовані по полюсам камери 1), у проекції котрих розташовані обмотки та надпровідні електроди МГД-генераторів, де відбувається розділення та осадження іонів плазмового потоку 23 на електродах та генерація електроенергії. При цьому обмотки 15 МГД-генераторів 14 створюють постійне магнітне поле для отримання на електродах 16 постійного електричного струму для електроживлення обмоток 4, 5 та 6 камери 1. Одночасно обмотки 19 МГД-генераторів 18 створюють перемінне магнітне поле необхідної частоти (наприклад 50 герц) для отримання на електродах 20 перемінного електричного струму тієї ж частоти для подальшої його подачі на трансформатори мережі споживачів електроенергії. Цей етап супроводжується виділенням корисної електроенергії, частина котрої витрачається на роботу електромагнітних обмоток, що утримують плазму у центрі реакторного відсіку і на перезарядку джерел живлення обмоток МГД-генераторів, що розкладають плазмовий емісійний потік 23 на позитивно зарядженні і негативно зарядженні іони.

Пристрій функціонує наступним чином - створюється герметичне надщільне постійне магнітне поле у котрому за допомогою серії дугових розрядів, створюється плазмовий згусток сферичної форми. У цьому

первинному згустку розкладається на іони інжектвана у реактор речовина, що складається із легких атомів (наприклад рідкий гелій, або газообразний водень), та за допомогою лазерного опромінення уся ця суміш підігрівається до температури, необхідної для іонізації усіх атомів суміші, і таким чином введена і іонізована речовина за допомогою сили Лоренца підтримується у вигляді плазмового згустку сферичної форми у центрі реакторного відсіку 3 камери 1. Далі при зменшенні сили струму одночасно тільки у екваторіальних обмотках 4, починається емісія плазми крізь центральні канали двох полярних обмоток 6 у трубу магнітогідродинамічних генераторів постійного та перемінного електричного поля, при цьому емісія плазми зворотньопропорційна силі струму у екваторіальних обмотках 4. Отриманий постійний електричний струм використовується на роботу обмоток 4, 5 та 6 камери 1, та на перезарядку джерел живлення обмоток МГД-генераторів, а отриманий перемінний електричний струм подається на електромагнітні трансформатори мережі споживачів електроенергії.

При використанні даної корисної моделі кількість енергії, що витрачається на формування плазмового згустку, більше енергії, що виділяється при його розкладенні на іони. Але основна мета цієї корисної моделі – це розробка пристрою для ефективного перетворення згустку плазми сферичної форми у електроенергію, і ця конструкція повністю відповідає поставленій меті.

В порівнянні з прототипом, запропонований пристрій має ряд переваг:

- за рахунок кінчної форми обмоток, збільшується герметичність та щільність магнітного поля за рахунок максимального зближення бокових поверхонь обмоток 4, 5 та 6, а також концентрації усіх магнітних силових ліній у центрі камери 1, що створює умови для ефективного тривалого утримання щільної високотемпературної плазми з високим ступенем іонізації;

- за рахунок використання надпровідних високоіндуктивних обмоток є можливість у сотні разів підвищити у них силу струму при збереженні їх розмірів та діаметру провідника, з котрого вони виготовленні, що також підвищує щільність магнітного потоку необхідного для ефективного тривалого утримання щільної високотемпературної плазми;

- за рахунок екваторіальних кінчних обмоток 4 із змінюваною силою струму є можливість регульованої емісії високотемпературної плазми у строго детермінованому напрямі через центральні канали полярних обмоток 6;

- за рахунок можливості зменшення розмірів пристрою - значно зменшується кількість енергії, необхідної для утримання високотемпературної плазми;

- за рахунок можливості зменшення розмірів - збільшення портативності пристрою;

- за рахунок можливості зменшення розмірів пристрою - значно (у мільйони разів у порівнянні з американським прототипом) зменшуються економічні витрати на створення таких систем;

- за рахунок можливості зменшення розмірів пристрою зменшується обсяг плазми, що одночасно утримується у реакторному відсіку, що у разі аварійного вибуху представляє меншу загрозу для навколишнього середовища і таким чином підвищує безпечність цього пристрою.

- розміщення обмоток МГД-генераторів у проекції центральних каналів двох обмоток 6, розташованих по полюсам камери 1, дозволяє без зайвих втрат більшу частину виділених іонів при емісії використати для створення електромагнітного поля.

Висновок: дана конструкція плазмового контейнера (радіальна електромагнітосфера) дозволить у майбутньому створювати принципово нові енергетичні та рухові установки літальних апаратів майбутнього.

Список літератури

1. Харченко В.П., Нахаба О.О., Цибульов П.М. Використання сучасних полікоптерних технологій для будування інноваційної економіки в Україні та шляхи їх комерціалізації. – К.: КНТЕУ, 2013. – 109 с.
2. Харченко В.П., Чепіженко В.І., Тунік А.А., Павлова С.В. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова; За ред. В.П. Харченка. - К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012.- 464с.
3. David Hynchul Shim. Control System Design for Rotorcraft-based Unmanned Aerial Vehicles using Time-domain System Identification / David Hynchul Shim, Hyoun Jin Kim, Shankar Sastry // IEEE Int. Conference on Control Applications. - 2000. - P. 808-813.
4. Патент України на корисну модель № 79095. МПК (2006): A61B 17/00. Гібридний багатоцільовий авіаційний транспорт. /Нахаба О.О. (Україна). - Міністерство науки і освіти України. Держ. департамент інтелектуальної власності. – З.№ у 2012 12026; заявл. 19.10.2012; опубл. 10.04.2013, Бюл.№7, 2013 р.
5. Бунин В.А. Аппаратура для получения, удержания и нагрева плазмы. М., 1966;
6. Киловатая Т.Г. Управление формой плазмы в токамаке. Харьковский физико-технический инс-титут АН УССР ЦНИИ Атоминформ, 1989;
7. Л.Д. Ланадау, А.И. Китайгородский. Физика для всех. М., «Наука», 1979;
8. Ландсберг Г.С. Учебник по физике. М., «На-ука», 1970.

*О.О. Нахаба, старший науковий співробітник
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Мультироторні конвертоплани дискольотного та літакового типу із полікоптерним алгоритмом керування польотом, як нові модифікації полікоптерного фляєру НАУ ПКФ «Аврора»

У даній доповіді коротко представлені передумови для створення нових видів літальних апаратів вертикального зльоту і посадки, а саме - мультироторних конвертопланів дискольотного та літакового типу із полікоптерним алгоритмом керування польотом із точністю польоту гелікоптерів та із економічністю літаків.

За останні 10 років значно збільшився інтерес громадянських та військових до літальних апаратів із вертикальним зльотом-посадкою та високоточним маневруванням у складних умовах польоту, для вирішення самих різних задач (від аерофотовідеоз'йомки та автоматичної доставки вантажів різного призначення - до перевезення пасажирів у непригодні для посадки звичайних літаків ділянки та проведення складних рятувальних операцій по евакуації постраждалих із самих небезпечних місць ДТП, катастроф, надзвичайних ситуацій або зон збройних конфліктів).

Данні розробки відносяться до транспортної галузі, а саме до авіаційної техніки і можуть бути використані для транспортування пасажирів, грузів та спецтехніки на різних висотах, як на малих швидкостях (високоточне маневрування у межах щільно населених міських кварталів), так і на великих швидкостях (міжміські, міжобласні, міжнародні та міжконтинентальні сполучення). У зв'язку із вищевказаними технічними перевагами, такі літальні апарати ідеально підходять для використання у сучасній санітарній авіації (доставці хворих із невідкладною патологією, постраждалих від ДТП та катастроф, а також поранених з місця подій одразу до медичних центрів 4 рівня для надання одразу спеціалізованої медичної допомоги минула усі попередні ланки надання медичної допомоги), підходить для використання у пожежній службі (для гасіння пожеж у самих труднодоступних ділянках міських густонаселених кварталів), у структурах МВС (для виконання екстрених вилітів співробітників поліції на місце скоєння злочину та для ефективного затримання або переслідування із подальшим затриманням будь-якої наземної, наводної або повітряної цілі), у структурах МНС (для проведення оперативно-рятувальних робіт), для проведення антитерористичних спецоперацій, підходить для охорони морських судів від морських піратів (служба охорони корабля знаходиться на даному апараті на верхній палубі, у разі нападу – зльот та знищення усіх піратських цілей з повітря), та для інших галузей де необхідна екстренна доставка пасажирів, грузів та спецтехніки на великі відстані на великій швидкості, як на великих, так і на малих висотах.

Серед відомих видів літальних апаратів, мультироторні літальні апарати із полікоптерним алгоритмом керування польотом є найбільш новими та найменш вивченими і вдосконаленими літальними засобами.

На відміну від інших видів літальних апаратів, мультироторні літальні апарати із полікоптерним алгоритмом керування обладані наступними відмінностями та перевагами:

- можливістю найбільш плавного вертикального зльоту та посадки;
- можливістю майже нерухомого зависання у повітрі на різних висотах;
- можливістю «ювелірно» точного маневрування на різних висотах;
- можливістю миттєвої зміни напрямку руху без додаткових розворотних маневрів;

- можливістю польоту на більш великих швидкостях у щільних шарах атмосфери (за рахунок розрідження повітря над (перед) літальним апаратом).

- можливістю більш ефективного та більш безпечного польоту практично любого літального апарату (класичного літака, гелікоптеру, або дискольоту) у режимі конвертоплану, тобто при неперпендикулярному розташуванні двигунів відносно горизонтальної площини літального апарату, що використовується у конвертоплановому режимі польоту.

Більшість цих переваг пов'язана із наступними технічними особливостями:

- великою кількістю точок опору у повітрі (тобто великою кількістю двигунів вертикального зльоту);

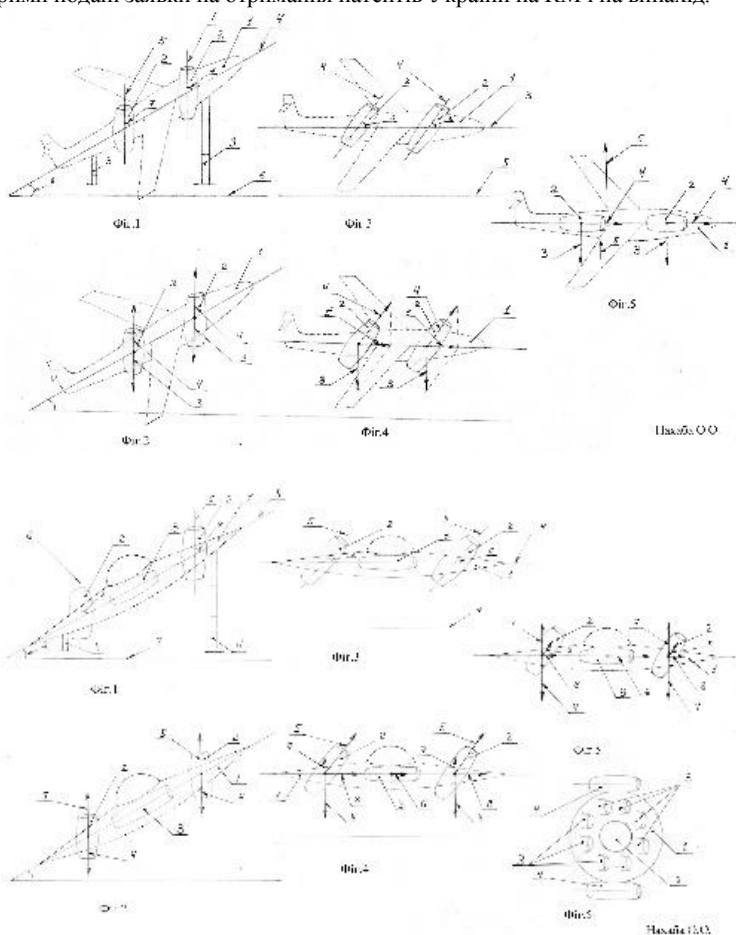
- додатковими можливостями куполоподібного (параболічного) дискольотного крила, а саме наявністю ефекту Коанди (що полягає у зменшенні повітряного тиску і аеродинамічного супротиву над дискольотом і збільшенні повітряного тиску і підйомної сили під дискольотом);

- більш прогресивними та більш досконалими полікоптерними математичними алгоритмами керування польотом літального апарату, що на відміну від класичних літакових та гелікоптерних алгоритмів керування не залежать від механічних складових літального апарату (елеронів, рулів висоти, рулів напрямку, або апарату перекоосу гвинта гелікоптера), а напряму керують обертами двигунів і завдяки цьому є більш безпечними, більш отказостійкими, менш залежними від механічного фактору, більш точними у керуванні, більш гнучкими, більш універсальними і пригодними для керування практично любым літальним апаратом, як традиційної, так і нетрадиційної схеми.

Останні роки актуальність і науково-практичне значення мультироторних БПЛА стрімко зростає. Це пов'язано насамперед із їх унікальними властивостями та перевагами: 1-можливістю більш плавного та безпечного вертикального зльоту та посадки, 2-можливістю майже нерухомого зависання у повітрі, 3-можливістю «ювелірно» точного маневрування на різних висотах, тобто здатністю до надточного, майже «прецизійного» польоту, та 4-суперманевреністю, тобто можливістю моментальної зміни напрямку руху під кутом 180°, без попереднього розвороту БПЛА. Але нажаль мультироторні БПЛА мають і недоліки, а саме у 1,5-2 рази більші енерговитрати під час польоту та дещо менші прискорення та швидкість, на відміну від класичних літаків, що пов'язано із двома конструктивними особливостями – із відсутністю крила, та із вертикальним напрямом тяги двигунів (що дуже ефективно для створення вертикальної тяги, але нажаль недостатньо ефективно для створення горизонтальної тяги, горизонтального прискорення та горизонтальної швидкості

мультироторного БПЛА). Це створює необхідність вдосконалення конструкції мультироторного БПЛА у двох напрямках: 1 - створення куполоподібного (параболічного) крила, тобто перетворення полікоптеру у дисколіот, та 2 - зміни куту нахилу двигунів вертикального зльоту по відношенню до горизонтальної площини літального апарату, тобто його часткове перетворення у конвертиплан.

У рамках виконання дисертаційної роботи побудовано вдосконалену версію мультироторного БПЛА – полікоптерний флаєр НАУ ПКФ «Аврора», де реалізовані вище вказані іновачії, що призвело до створення 3 принципово нових типів літальних апаратів із полікоптерним алгоритмом керування польотом: 1 – мультироторного конвертиплану дисколіотного типу, 2 – мультироторного конвертиплану дисколіотного типу із додатковими боковими двигунами горизонтальної тяги, та 3 - мультироторного конвертиплану літакового типу, за котрими подані заявки на отримання патентів України на КМ і на винахід.



Поставлена задача вирішується тим, що до параболічного (кулоподібного) крила дискольоту форми двояковипуклої лінії (Фіг.1) по всій його площині, прикріплені двигуни вертикального зльоту (вертикальної тяги) 2 (у данному випадку їх вісім, але їх кількість може бути іншою – чотири та більше чотирьох), що направлені догори та допереду (тобто поздовжня вісь двигунів вертикального зльоту 6 розташована під кутом 60 градусів до поздовжній вісі 5 дискольоту (може бути також від 10 градусів – до 80 градусів – в залежності від потреб у максимальному прискоренні дискольоту), половина двигунів вертикального зльоту обертається за годинниковою стрілкою, друга половина обертається проти годинникової стрілки (для компенсації обертання за віссю ристання), до лівого та правого боку параболічного куполоподібного крила дискольоту прикріплені двигуни горизонтальної тяги 3, замість звичайних важких колісних шасі використовуються чотири телескопічні опори 4, при цьому передні дві опори більш довгі, ніж задні дві опори, таким чином, що при стоянці на Землі продольна вісь дискольоту знаходиться під певним (від 10 градусів – до 80 градусів) кутом до площини Землі 7 (частіше під кутом 30 градусів), а передня частина дискольоту (ніс) знаходиться вище його задньої частини - хвоста (при необхідності кількість телескопічних опор може бути іншою - чотири і більше чотирьох – 6, 8 і т.д. в залежності від розмірів та ваги дискольоту), якщо дисколіт не дуже сильно завантажений і якщо необхідні великі прискорення (наприклад для швидкісного та високоманевреного дискольоту) двигуни вертикального зльоту направлені максимально допереду (під кутом 10-45 градусів до продольної вісі дискольоту), а кут між продольною віссю дискольоту 5 та площиною Землі 7 при стоянці та зльоті дорівнює 80-45 градусів, якщо дисколіт сильно завантажений і якщо не потрібні великі прискорення (наприклад для вантажного транспортного дискольоту) - двигуни вертикального зльоту навпаки направлені максимально доверху (під кутом 45-80 градусів до продольної вісі літака), а кут між продольною віссю дискольоту та площиною Землі при стоянці та зльоті дорівнює 45-10 градусів, у момент стоянки дисколіт знаходиться у такому положенні, що його передня частина (ніс) вище його задньої частини (хвоста) і двигуни вертикального зльоту у такому положенні направлені доверху під кутом 90 градусів до площини Землі, вертикальний зліт (1 фаза польоту), дисколіт також робить у такому положенні, після чого проводиться прибирання шасі, далі для початку руху вперед (2 фаза польоту – див.Фіг.3) – оберти задніх двигунів збільшуються і дисколіт нахилиється допереду та донизу і стає у таке положення, що його продольна вісь 4 стає паралельною площині Землі 7, а вісь двигунів вертикального зльоту стає під кутом 60 градусів до площини Землі (Фіг.3) (у інших варіантах компоновки та цільового призначення дискольотів вісь двигунів вертикального зльоту 5 може бути розташованою під кутом 80 - 10 градусів до площини Землі), після набору певної горизонтальної швидкості з'являється додаткова під'ємна сила дискольотного параболічного крила і енергозатрати знижуються, якщо рухатись далі не збільшуючи швидкість – швидкість обертання двигунів вертикальної тяги може дещо зменшитись, якщо необхідно збільшити швидкість – плавно збільшуються оберти двигунів горизонтальної

тяги 3, що розташовані паралельно площині Землі (0 градусів до поздовжній вісі дискольоту) – 3 фаза польоту (див.Фіг.5), таке розташування двигунів дозволяє при мінімальних витратах енергії (палива), та при мінімальному аеродинамічному супротиві збільшити горизонтальну швидкість дискольоту, збільшити підйомну силу дискольотного (параболічного) крила і як слідство зменшити оберти двигунів вертикальної тяги та значно зменшити витрати ними енергії або палива, після досягнення місця призначення відбувається плавне зниження обертів двигунів горизонтальної тяги – 4 фаза польоту (див.Фіг.3), в результаті чого горизонтальна швидкість дискольоту зменшується, підйомна сила дискольотного крила знижується і для компенсації цього зниження і підтримання тієї ж висоти польоту – збільшуються оберти двигунів вертикальної тяги – 4 фаза польоту (див.Фіг.3), далі джойстик керування тангажем переводиться у нейтральне положення (у режимі ручного керування), або автопілот припиняє рух вперед за тангажем у режимі автоматичного керування (5 фаза польоту - див.Фіг.2), що приводить до зменшення швидкості обертання задніх двигунів вертикальної тяги, нахилу дискольоту назад (у положення під кутом 30 градусів до площини Землі у данному дискольоті, або під кутом від 10 до 80 градусів у дискольотах іншої компоновки) і до повної зупинки руху дискольоту у горизонтальному напрямі та його зависання у повітрі (Фіг.2), далі відбувається поступове зниження обертів одночасно усіх двигунів вертикального зльоту (6 фаза польоту – див.Фіг.1) та випуск шасі, що приводить до плавної вертикальної посадки дискольоту на необхідну ділянку у точці призначення (Фіг.1), якщо дисколіт іншої компоновки та іншого навантаження - кількість двигунів вертикального зльоту може бути не тільки 8, а і 4, 6, 12, 16, 20, 24, 28 ... тобто люба кількість кратна 2, таким чином, щоби однакова кількість двигунів однакової потужності була розташована по симетричним ділянкам параболічного крила дискольоту, та половина цих двигунів обертались за годинниковою стрілкою, а друга їх половина оберталась проти годинникової стрілки, типи використовуємих двигунів також можуть бути різними (поршневі, турбовентиляторні турбореактивні та інші).

Запропонований транспортний засіб має такі переваги:

- має можливість більш плавного вертикального зльоту та посадки безпосередньо з тротуарів, доріг та звичайних автомобільних паркувальних майданчиків, та не потребує спеціальних гелікоптерних площадок, що може бути використано у любому виді транспорту (державного, муніципального, приватного - частково замінити легкові автомобілі на даний вид транспорту);

- має можливість абсолютно стабільного і нерухомого зависання та ювелірно точного маневрування на малих висотах, що дозволяє безпечно використовувати даний транспортний засіб в умовах звичайних міських кварталів та проводити його заправку зі звичайних автозаправочних станцій;

- можливість використання даного виду транспорту для проведення агро-технічних робіт – полив (орошення) та обробка хімікатами рослин сільськогосподарського та технічного призначення на полях безпосередньо з повітря на більш малих висотах (від 50 см), ніж це можливо із звичайних літаків та гелікоптерів, що забезпечить більш точне та більш економічне використання води, хімікатів, реагентів і т.д.

- можливість швидкого польоту (до 1100 км/годину) за межами міста, як на великих, так і на малих висотах.
- можливість повністю забезпечити потреби екстрених муніципальних служб, як у швидкості, так і у маневреності.
- можливість доставляти хворих та постраждалих з любого населеного пункту України у спеціалізовані лікувальні заклади м.Києва менш ніж за 40 хвилин, у межах однієї області – менш ніж за 10 хвилин.
- можливість проведення любых висотних рятувальних робіт (гасіння пожеж та евакуація постраждалих з верхніх поверхів хмарочосів та інших висотних будинків).
- можливість миттєвої зміни напрямку руху без розворотних маневрів;
- можливість польоту на більш великих швидкостях у щільних шарах атмосфери (за рахунок розрідження повітря над (перед) літальним апаратом).
- зменшення енерговитрат при польоті за рахунок використання ефекту Коанди – створення підвищеного тиску (повітряної подушки) позаду та під дискольотом, та одномоментне зменшення повітряного тиску та аеродинамічного супротиву спереду та зверху дискольоту;
- можливість зменшення енерговитрат при польоті за рахунок використання двигунів горизонтальної тяги, що дозволяє при мінімальному аеродинамічному супротиві збільшити горизонтальну швидкість польоту, збільшити підйомну силу дискольотного крила і як слідство зменшити оберти двигунів вертикальної тяги та зменшити витрати ними енергії або палива.
- можливість більш ефективного та більш безпечного польоту практично любого літального апарату (класичного літака, гелікоптеру, або дискольоту) у режимі конвертоплану, тобто при неперпендикулярному розташуванні двигунів відносно горизонтальної площини літального апарату, що використовується у конвертоплановому режимі польоту.
- більш прогресивні та більш досконалі полікоптерні математичні алгоритми керування польотом літального апарату, що на відміну від класичних літакових та гелікоптерних алгоритмів керування не залежать від механічних складових літального апарату (елеронів, рулів висоти, рулів напрямку, або апарату перекоосу гвинта гелікоптера), а напряду керують обертами двигунів і завдяки цьому є більш безпечними, більш отказостійкими, менш залежними від механічного фактору, більш точними у керуванні, більш гнучкими, більш універсальними і пригодними для керування практично любым літальним апаратом, як традиційної, так і нетрадиційної схеми;
- відсутність необхідності у вкрай небезпечних поворотах двигунів під час польоту у конвертоплановому режимі для зміни нахилу дискольоту.

Висновок: конвертопланова схема і використання крила у конструкції мультиторних БПЛА дозволяє у 2 рази збільшити швидкість та прискорення і на 40% зменшити енерговитрати під час горизонтального польоту.

Список літератури

1. Харченко В.П., Нахаба О.О., Цибульов П.М. Використання сучасних полікоптерних технологій для будування інноваційної економіки в Україні та шляхи їх комерціалізації. – К.: КНТЕУ, 2013. – 109 с.
2. Володко А. М. Основы летной эксплуатации вертолетов. Аэродинамика

/ Володко А. М. - Москва: Транспорт, 1984. - 256 с.

3. Джонсон У. Теория вертолета: в 2 книгах / Джонсон У.; пер. с англ. Баскин В.Э., Есаулов С. Ю., Каплан В. С. - Москва: Мир. 1983. - Кн. 1. - 503 с.

4. Харченко В.П., Чепіженко В.І., Тунік А.А., Павлова С.В. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова; За ред. В.П. Харченка. - К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012.- 464с.

5. David Hynchul Shim. Control System Design for Rotorcraft-based Unmanned Aerial Vehicles using Time-domain System Identification / David Hynchul Shim, Hyoun Jin Kim, Shankar Sastry // IEEE Int. Conference on Control Applications. - 2000. - P. 808-813.

6. Патент України на корисну модель № 79095. МПК (2006): А61В 17/00. Гібридний багатоцільовий авіаційний транспорт. /Нахаба О.О. (Україна). - Міністерство науки і освіти України. Держ. департамент інтелектуальної власності. – 3.№ у 2012 12026; заявл. 19.10.2012; опубл. 10.04.2013, Бюл.№7, 2013 р.

7. Патент України на КМ № 88872. № у 2013 09559. Україна, МПК А61В17/00. Спосіб ургентного надання спеціалізованої медичної допомоги хворим із тяжкою черепно-мозковою травмою у перші години з моменту одержання травми з використанням полікоптерної авіації. Автор: Нахаба О.О. (Україна), Власник патенту - ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П.Ромоданова НАМН України». Опубл. 10.04.2014., Бюл.7.

Управління групою безпілотних повітряних суден

В роботі розглядаються переваги застосування Безпілотний повітряних суден (БПС) та їх типи в залежності від способу управління. При управлінні групою БПС формуються три основні групи проблем з точки зору практичної реалізації. В роботі представлені готові технічні рішення, щодо пілотажно-навігаційного комплексу. Також представлено прикладне застосування синергетичного методу управління групою БПС. Даний метод дозволяє вирішувати множинні конфлікти між БПС, з об'єктами та повітряним простором забороненим або обмеженим для використання, які можуть виникати на маршруті, при цьому зберігаючи устрій та склад групи.

Вступ

Безпілотні повітряні судна (БПС) – один із видів авіаційної техніки, який стрімко розвивається в даний час. Використання БПС зумовлене рядом переваг безпілотної авіації, а саме:

- відсутність екіпажу на борту повітряного судна (ПС);
- висока маневреність;
- мала помітність та мала уразливість;
- відносно незначними затратами на експлуатацію;
- мобільність;
- можливість виконувати маневри зі значним перенавантаженням, висотні перельоти, які перевищують можливості людини;
- можливість роботи в умовах, які є шкідливими для людини (радіаційні, хімічні та біологічні забруднення) [1].

Ефективність використання БПС значно збільшується при організації групових польотів. Однак, при цьому виникає ряд складних проблем, пов'язаних із забезпеченням управління польотом групи БПС. Під групою БПС, зазвичай, розуміють певну сукупність повітряних суден, які підпорядковуються певним правилам збору в групу, здатні витримувати своє місце в строю на прямолінійних та криволінійних ділянках польоту усієї групи в цілому, реагувати на зміни навколишнього середовища та взаємодіяти один з одним для вирішення єдиної цільової задачі, поставленої перед групою [2].

Постановка задачі

В залежності від типу керування БПС розділяють на некеровані, дистанційно-пілотовані та автономні. Довгий час основну частину БПС складали дистанційно-пілотовані апарати. Нині, на заміну дистанційно-пілотованим апаратам приходять автономні апарати, які здатні самостійно виконувати поставлену задачу при мінімальному втручанні людини-оператора. Однією із особливостей є використання малогабаритних БПС, а тому поряд з проблемою управління групою БПС, потрібно також врахувати обмеженість технічних ресурсів, а саме бортового енергоресурсу, значна частина якого призначена для забезпечення руху, і лише незначна частина енергоресурсу може використовуватися для приймально-передавальної апаратури.

Розглядаючи підхід, в якому кожен БПС буде отримувати інформацію від інших ПС та приймати рішення в реальному режимі часу потрібен канал зв'язку з пропускнуою здатністю в кілька Мбіт/с для передачі інформації про навколишнє середовище. Частковим вирішенням цієї проблеми є використання централізованих ієрархічних стратегій управління, при яких група розділяється на підгрупи з одним центральним керуючим БПС. В такому випадку кожен із них буде передавати інформацію або команди своїй підгрупі, причому дистанція між апаратами підгрупи є відносно невеликою, що в результаті дозволяє економити енергоресурси.

Сумісне виконання групою БПС цільової задачі потребує дотримання певних дистанцій між літальними апаратами та упорядкування їх взаємного місцезнаходження. Для прикладу, при виконанні задачі збору інформації про певну ділянку території, БПС повинні літати на таких дистанціях, щоб мінімізувати перекриття робочих зон сенсорних приладів, і в той же час не допускати «пропусків на карті». При груповому польоті кожен апарат визначає дистанцію до сусідніх БПС і корегує курс таким чином, щоб дотримуватись потрібної дистанції між БПС і в той же час не зближатися з перешкодами [3].

Таким чином, проблеми управління групою БПС можна об'єднати в три групи. Перша група пов'язана з вирішенням задачі вибору алгоритмів управління та обробки інформації для польоту БПС в строю. Друга група визначається задачею побудови системи автоматичного управління (САУ), яка буде вести БПС у відповідності до вибраного закону з точністю, яка отримується із умови безпеки та задач до якої відноситься третя група проблем, полягає у виборі технічних засобів, за допомогою яких можливо забезпечити політ БПС в строю.

Формулювання вимог до математичної моделі

Технічні засоби, які дозволяють виконувати політ БПС в групі, це прилади та засоби, які дозволяють визначати параметри відносного руху літального апарату. Вони повинні забезпечувати отримання необхідної далекомірної та кутомірної інформації. Вимірювальна апаратура може бути заснована на різних фізичних принципах радіотехнічних, оптичних, квантомеханічних. Нині найбільш перспективним є шлях використання радіотехнічних засобів вимірювання дальності, кута місця та азимута.

В проблемі вибору алгоритмів управління та обробки інформації, в загальному випадку алгоритм управління польотом БПС в групі повинен забезпечувати вирішення наступних основних задач:

- обробка результатів вимірювань з метою отримання оцінок параметрів руху, які використовуються для визначення керуючих впливів;
- визначення відхилення розрахованих параметрів від виконуваних задач;
- розрахунок керуючих впливів;
- відпрацювання керуючих впливів за допомогою внутрішніх контурів керування та автомата управління тяги двигуна [4].

Головним питанням при вирішенні задачі управління групою БПС є розробка математичної моделі руху БПС.

Динаміка літального апарату описується системою нелінійних диференціальних рівнянь 12-го порядку. Усі змінні стану в моделі можуть бути

виміряні, так як за допомогою сучасних засобів авіоніки можна отримати поточні значення майже всіх координат. Вектор управління, який вишукується, вмістить шість компонентів, які входять лінійно в перші шість рівнянь системи, причому в кожне із рівнянь входить тільки одне управління. В такому порядку ставиться задача синергетичного синтезу законів векторного управління об'єктом [5].

Отже, основною і найважчою є задача збору БПС в групу та задача управління польотом групи БПС, чому і присвячена робота. Для них актуальні проблеми обробки виміряної інформації з метою отримання оцінок параметрів руху та визначення за цими оцінками керуючих впливів, які забезпечують політ БПС в груповому порядку (задача керування). Математичне формулювання цих задач та вибір методів для їх вирішення тісно пов'язаний із вибором математичної моделі процесу управління БПС в групі. Математична модель руху представляє собою об'єктивну схематизацію реального руху об'єкта, в достатній мірі відображаючи основні закономірності цього руху в найбільш простому та зручному виді для вивчення і рішення поставленої задачі. Основна складність дослідження польоту БПС в групі полягає в тому, що при розгляді задач моделювання, синтезу алгоритмів управління, дослідження алгоритмів обробки інформації необхідно використовувати кілька математичних моделей. Існуючі моделі, запропоновані для вирішення цих задач, побудовані не для всіх умов. У зв'язку з цим безпосереднє використання відомих математичних моделей в даній роботі неможливе, оскільки кожна з них має певне призначення та не враховує в повній мірі вимоги, виходячи з перерахованих задач [4].

В загальному випадку модель руху БПС в групі буде включати: модель руху кожного БПС як матеріальної точки, кінематичне та динамічне рівняння відносного руху БПС, модель роботи апаратури управління, які складають в сукупності модель замкнутої динамічної системи. В склад моделі роботи апаратури управління входять виконавчі органи та вимірювальна апаратура, тобто враховуються динамічні характеристики об'єкта.

Висновки

1. Розглянуто основні напрямки застосування БПС та їх переваги над пілотованими повітряними суднами.
2. Автономні БПС набувають більш широкого застосування, а при формуванні їх груп допомагають дуже ефективно вирішувати ряд цивільних та військових задач.
3. Описано загальні технічні аспекти бортового оснащення пілотажно-навігаційного комплексу (ПНК), які необхідні для виконання польоту в групі.
4. Виявлено недоліки існуючих математичних формулювань щодо моделі руху літальних апаратів у групі.
5. Описано загальні вимоги до математичної моделі для вирішення задачі збору БПС в групу та управління польотом групи БПС.
6. Модель руху БПС в групі повинна задовольняти наступні вимоги: модель руху кожного БПС враховуючи їх аеродинамічні характеристики, кінематична та динамічна модель відносного руху БПС.

Список літератури

1. Беспилотные летательные аппараты: Обеспечение и расчет основных параметров и характеристик / М.М. Митрахович, В.И. Силков, А.В. Самков, В.Б. Семенов. Под общей редакцией В.И. Силкова.- К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2016.- 268 с.
2. В.Н. Ефанов, С.В. Мизин, В.В. Неретина. Управление полетом БПЛА в строю на основе координации взаимодействия группы летательных аппаратов // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, №1(62). С.114-121.
3. Д.Я. Иванов. Методы роевого интеллекта для управления группами мелоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. Т. 3. № 3. С.221-229.
4. А.В. Абакумов, А.Г. Шкаев. Групповой полет летательных аппаратов – алгоритм обработки информации относительного движения // Саратовский государственный технический университет. 2006.- 20 с.
5. Синергетические методы управления сложными системами: Механические и электромеханические системы / Под общ. Ред. А.А. Колесникова. М.: КомКнига, 2006.- 304 с.

Підходи до укладання класифікацій безпілотних авіаційних систем в процесі створення нормативної бази

Розглянуто основні підходи до формування класифікацій БАС для нормативно-правової бази. Зроблено припущення про вплив властивостей бортової та наземної частини комплексу на перелік регуляторних ознак приналежності БАС до класу/групи/категорії.

Загальні вимоги до визначення регуляторних ознак для формування класифікацій БАС.

Питання щодо укладання класифікації в контексті даної роботи є класичним в сенсі забезпечення аналізу предметної сфери і наступного синтезу рішень. Розглянуті класифікації безпілотних авіаційних систем безпілотних авіаційних систем (БАС) наведено у відкритих публікаціях офіційних організацій [1], [2], [3] або [4]. Попередньо зазначимо, що здатність виконувати завдання, а також, відповідні ризики значною мірою залежать від здатності систем, що входять до та позабортових систем працювати у конкретних умовах експлуатації.

Для пошуку, оцінювання і формування технічних та процедурних пропозицій щодо забезпечення функціонування БАС в конкретних умовах необхідно визначити фактори, що впливають на це функціонування, можливі напрямки рішень і ризиків щодо нього. Практично, стратифікація за чутливістю до факторів, реалізованістю рішень та відповідними ризиками є класифікацією відносно складності умов експлуатації.

Типовий підхід до формування регуляторної схеми з використанням класифікації простий та передбачає такі етапи:

- описати ту частину ринку (або суспільного життя) де відчувається потреба у регулюванні;
- виявити суттєві параметри та характеристики для формування системи управління (регулювання);
- визначити контрольні рівні для прийняття рішення;
- вибравши регуляторні ознаки (параметри та їх рівні) визначити загальні підходи або конкретні дії щодо утримання регуляторних ознак у заданих інтервалах.

Виявлення суттєвих параметрів і характеристик відбувається з загального переліку щодо конкретної системи. Останнім часом все частіше застосовується практика формування переліку суттєвих ознак за методами відомими з Теорії управління ризиками.

Поява регуляторних ознак в свою чергу дозволяє виконати класифікацію об'єктів та(або) суб'єктів відносин, а також, відповідних умов цих відносин.

Описане вище є повністю застосовним до БАС. Це означає, що визначення питань регулювання щодо розроблення, виробництва, експлуатації, і, можливо, технічного обслуговування потребує розгляду цілої системи ризиків.

Практичні аспекти щодо визначення регуляторних ознак та класифікації БАС у нормативно-правових документах

Занепокоєння авіаційної спільноти та широкої громадськості щодо ймовірності виходу БАС з-під контролю, і можливості заподіяння шкоди особам або майну на землі або в повітрі зумовили створення в більшості великих країн органів регулювання з моніторингу виробництва та експлуатації БАС. Таке регулювання поділяється на два напрямки - щодо військових і цивільних, та, зазвичай, провадиться різними організаціями. Регулювання щодо військових дещо легше, ніж цивільних БАС. Військові БАС націлені на військових замовників і їх розробка, виробництво укладене за контрактом з затвердженими раніше досвідом пілотованих військових літальних апаратів і їх систем. Тому забезпечення виробництва, випробувань та експлуатації БАС буде здійснюватися методами, зазначеними у військових документах. Випробування здійснюватиметься у виділеному повітряному просторі військових полігонів або діапазонів, котрі знаходяться під наглядом військових контролерів. Операції проводяться за умови зведення до мінімуму ризику травми цивільних, особливо щодо профілактики „супутнього збиття потерпілих“ у воєнний час. Ця ситуація, поряд з попитом на досконалу зброю для оборони, дозволила примножувати число військових БАС, особливо в останнє десятиліття. Регулювання щодо цивільних БАС дещо складніше, ніж військових. Згідно визначенням „цивільні комерційні перевезення“, для них передбачається більш широке застосування і матиме потенційно більш широке використання ніж те, що має місце для військових. Тому, швидше за все, для них більш імовірно виникнення відмови, яка може призвести до смерті чи каліцтва інших сторонніх осіб. Тому льотна придатність (ЛП) і управління експлуатацією цих БАС може вимагати забезпечення більш високих стандартів ніж у військових аналогів. Однак відносно традиційних пілотованих ЛА, стандарти для БАС мають бути дещо змінені в зв'язку з наступним:

- наявності у БАС конструктивних особливостей, що не притаманні пілотованим ПС;
- специфічними особливостями БАС, як об'єктів виробництва та експлуатації.

Роботи щодо створення та регламентування діяльності відповідних організацій з нагляду та розроблення регуляторних технологій, необхідних для забезпечення безпечної експлуатації БАС в цивільному повітряному просторі на поточний час знаходяться в стадії опрацювання.

Прикладами активного формування регуляторної бази, а також відповідних технічних рішень є поява таких документів: ICAO. Circular 328. Unmanned aircraft systems (UAS) ([6]), ICAO. Doc 10019 — Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) ([7]), Unmanned Systems Integrated Roadmap - FY2013 - 2038 ([4]), EASA. A-NPA 2015-10: Introduction of a regulatory framework for the operation of drones ([3]), Правила виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України ([2]).

Під час формування цієї регуляторної бази весь час відбувається укладання та уточнення відповідних класифікацій.

Позитивним моментом поточного часу є визначеність [1], що під час побудови нових і коригуванні чинних регуляторних процедур БАС розглядають

як ПС, визначення яких використовується в рамках чинних авіаційних правил. При цьому, щоб уникнути проблем на міждержавному рівні, бажано забезпечити гармонізований підхід до вибору їх складу і утворення взаємозв'язків.

Згідно з Повітряним кодексом України [8] „Не підлягають реєстрації у Державному реєстрі цивільних повітряних суден України: ...4) безпілотні повітряні судна, максимальна злітна вага яких не перевищує 20 кілограмів і які використовуються для розваг та спортивної діяльності.“ Тобто присутні дві регуляторні ознаки з певними значеннями.

Згідно з Базовим регламентом EASA під його вимоги не підпадають „(i) unmanned aircraft with an operating mass of no more than 150 kg“. Тобто застосована лише одна регуляторна ознака (еквівалентна за змістом наведеній вище), яка має суттєво більше значення. Більш опрацьовано класифікацію та відповідне реагування у „EASA. A NPA 2015 [3]“.

Наявність таких розбіжностей, навіть для еквівалентних за змістом регуляторних ознак, призведе, наприклад, до таких наслідків. БАС, що схвалені в Україні, не можуть бути експортовані в країни-члени ЕС і потребуватимуть додаткової сертифікації в кожній з таких країн (значення менші за 150 кг не входять до таких, що регулюються EASA).

Відповідно до функцій органів державної авіаційної влади і виходячи з наявної системи регулювання, склад необхідних регуляторних ознак, може бути поділений на дві частини що доповнюють одна одну:

1. та частина, яка забезпечує:

- підтримку стандартів для проектування і випробувань БАС, а також визначає процедури оформлення/видачі сертифікатів на системи або компоненти, які відповідають цим стандартам (тобто відносяться до об'єктів відповідальності щодо ЛП);

- видачу схвалень організаціям розробникам та виробникам БАС, а також операторам щодо відповідності їх кваліфікації (тобто відносяться до суб'єктів відповідальності щодо ЛП);

2. та частина, яка здійснює контроль повітряного простору для забезпечення безпечної роботи БАК/БАС.

Приклади класифікацій БАС

Таким чином, на сьогодні відомо багато класифікацій безпілотних авіаційних систем, які часто переглядають та змінюють. Але основні підходи це: засновані на здатності вирішувати задачі, засновані на оцінюванні ризиків та підхід на основі характеристик. З аналізу таких документів як [4], [6], [7], [3] помітно, що класифікації в інтересах регуляторного управління державною авіацією тяжіють до класифікацій „за можливостями“, авіацією загального призначення — „за ризиками“, а виробники і розробники, відповідно, які задовольняють інтереси обох напрямків — „за характеристиками“.

У [10] наведено такі типові класифікації: „Civilian Mission Set” — за місіями систем загального призначення; за висотністю-дальністю; за типом ЛА; за правом бути застосованим у відповідному класі повітряного простору; за кінетичною енергією; за типом цільової навантаги, за системою контролю та керування та за вимогами до підготовки екіпажу.

Практично лідером країн [НАТО](#) щодо безпілотників військового призначення є [США](#). Відповідно до Department of Defense (USA). "Unmanned Aircraft System Airspace Integration Plan" від 06.08.2015 та попередньої (публічно доступної) версії [4] [БАС](#) діляться на 5 класів (див. Табл. 1).

Таблиця 1.

Загальна класифікація БАС США

Назва групи	Макс. злітна вага	Висота польоту	Швидкість	Приклад БАС
Група 1	0-20 lb (0-9 кг)	< 1,200ft (366м)	100 kn (51,44 м/с)	RQ-11 Raven, WASP
Група 2	21-55 lb (9-25 кг)	<3,500ft (1067 м)	< 250 kn (<128,6 м/с)	ScanEagle
Група 3	<1,320 lb (<600 кг)	<FL180		RQ-7B Shadow, RQ-21 Blackjack, NAVMAR RQ-23 Tigershark
Група 4	>1,320 lb (>600 кг)		будь-яка	MQ-8B Fire Scout, MQ-1A/B Predator, MQ-1C Gray Eagle
Група 5		>FL180		MQ-9 Reaper, RQ-4 Global Hawk, MQ-4C Triton

Окрім того, поширена класифікація (також розроблена Department of Defence) де за основну класифікаційну ознаку обрано масу: NANO; Class 1: MICRO, MINI, SMALL; Class 2: TACTICAL; Class 3: Medium Altitude-Long Endurance, High Altitude-Long Endurance, Strike/ Combat (див. Таб 2.1[11], Рис.4 [4]).

У ICAO Doc 10019 [7] наведено класифікацію за способом управління: автономні повітряні судна, дистанційно-керовані повітряні судна і (в тренді сучасної „гібридності”) моделі повітряних суден. Крім того, у цьому документі задано різновиди ліній зв'язку та управління (C2), а саме RLOS (прямой радіовидимості) та BRLOS(поза межами прямої радіовидимості). Виходячи з контексту цієї роботи важливою класифікацією наведеною у ICAO Doc 10019 є класифікація експлуатаційних конфігурацій щодо системи дистанційного керування, а саме: категорія A BVLOS – пряме керування ДПАС, категорія B BVLOS — управління через автопілот, C BVLOS – управління через задавання точок маршруту.

У документі EASA A-NPA-2015 [3] визначено такі категорії [БАС](#):

- відкрита — не потребує схвалення авіаційною владою, але має бути дотримано таких обмежень: візуальний контроль, не перевищення максимально припустимої висоти, дотримання припустимої відстані до аеропортів та інших чутливих зон;
- особлива — потребує схвалення діяльності, а також накладає такі вимоги: особливі кваліфікаційні вимоги до дронів, персоналу та устаткування засновані на вимогах щодо безпеки;
- сертифікована — регуляторний режим подібний до режиму пілотованої авіації, сертифікація EASA та авіаційної влади.

У Таблиці 2 наведено регуляторні ознаки та обмеження, запропоновані у EASA A-NPA 2015-10.

Таблиця 2

Класифікація „дронів” за EASA A-NPA 2015-10						
Категорія	Ризик	Маса	Висота польоту	Зона для дронів	Кваліф. пілот	Сертиф. вимоги
Відкрита (А)	Низький	[0-25) кг	<50 м, <150 м	Обмежена, Вільна	Ні	Ні
A0 (Іграшки та міні-дрони)		[0-1) кг	До 50 м [50-150) м	Обмежена, Вільна		
A1 (Дуже малі дрони)		[1-4) кг	До 50 м [50-150) м	Обмежена, Вільна	Ні Так	
A2 (Малі дрони)		[4-25) кг	До 50 м [50-150) м	Вільна	Ні Так	
Особлива (В)	Середній		Відповідно до схвалених	Через процес	Так	Окремі вимоги
Сертифікована (С)	Високим		авіаційною владою дозволів	забезпечення безпеки	Так	Схема повної сертифікації

Висновки

Таким чином, розглянуто класифікації БАС застосовані для формування регуляторної бази в сфері авіації. Класифікації поділяються на засновані на призначенні, на рівнях ризиків, на характеристиках БАС та змішані. Варто звернути увагу на той факт, що в наведених класифікаціях основними технічними параметрами відповідними групам/категоріям є параметри які мають позитивний зв'язок з визначенням максимальної потенційно-можливої кінетичної енергії. Між тим особливості бортового і наземного комплексів можуть значною мірою впливати на функціональні можливості цих систем, а відповідно, на загрози/ризиків і через це — на відповідність системи тій чи іншій групі/категорії в межах класифікації. Таким чином, БАС одного типу але різної конфігурації може бути віднесено до різних класів/груп/категорій і це потребує додаткового розгляду для уточнення регуляторних схем на ринку БАС.

Список літератури

1 Розробка нормативно-правової бази забезпечення сертифікації безпілотного авіаційного комплексу. ЕТАП по 1. „Розробка методичних підходів щодо створення системи нормативних документів з державного регулювання проектування, виробництва та підтримання льотної придатності на стадії експлуатації зразка БАК з урахуванням його цільового призначення. Проект класифікатора БАК“ [Текст]: Звіт про НДР/ Національний авіаційний університет МОНУ; рук. Тамаргазін О. А.; виконавець: Тамаргазін О.А., Ясенко С.А. та інші. — К.: НАУ, 2012. — Інв. №784ДБ12.

2 Міністерство оборони України. Правила виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України НАКАЗ №661 [Текст]. — 2017. — URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17>.

3 EASA. A-NPA 2015-10: Introduction of a regulatory framework for the operation of drones [Text]. — 2015. — URL: <https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/A-NPA2015-10.pdf>.

4 Unmanned Systems Integrated Roadmap - FY2013 - 2038 (2013) [Text] : Rep. ; Executor: Department of Defense : 2013. — P. 168. URL: <https://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>.

5 ICAO. Safety Management Manual (SMM) [Text] / ICAO. — Third edit edition. — Montreal, Quebec, Canada : International Civil Aviation Organization, 2013. — P. 251. — ISBN: [978-92-9249-214-4](https://doi.org/10.1017/9789292492144). — URL: <http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rdEdition.alltext.en.pdf>.

6 ICAO. Circular 328. Unmanned aircraft systems (UAS). [Text] / ICAO. — Montreal : International Civil Aviation Organization, 2011. — ISBN: [9789292317515](https://doi.org/10.1017/9789292317515) [9292317512](https://doi.org/10.1017/9292317512).

7 ICAO. Doc 10019 — Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) [Text] / ICAO. — 1st edition edition. — Montreal, Quebec, Canada : International Civil Aviation Organization, 2015. — P. 173. — ISBN: [978-92-9249-718-7](https://doi.org/10.1017/9789292497187). — URL: www.icao.int.

8 Повітряний кодекс України [Електронний ресурс] // [Офіційний сайт Верховної Ради України]. — [S. l. : s. n.], 2011. — <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>.

9 Regulation (ec) no 216/2008 of the european parliament and of the council [Text]. — URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008R0216:EN:HTML> (online; accessed: 2013-11-20).

10 Gambold, K. A. UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM ACCESS TO NATIONAL AIRSPACE [Electronic resource]. — [S. l. : s. n.], 2011. — URL: <https://www.airpilots.org/file/917/uas-access-to-national-airspace-paper.pdf>.

11 Joint Doctrine Note 2 / 11 the UK Approach To Unmanned Aircraft [Text] : Rep. / UK Ministry of Defence ; Executor: Ministry of Defence : 2011. — URL: <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2011/04/uk-approach-to-uav.pdf>.

*В.Ю. Ларин, профессор
(Национальный авиационный университет)*

Аспекты создания механизма управления беспилотными летательными аппаратами на VLL уровне

На основе основных первичных требований Европейского агентства авиационной безопасности (EASA) и предложений программы финансирования научных разработок SESAR по теме безопасной интеграции дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов выдвинуты предложения по организационно-технической реализации полетов беспилотных летательных аппаратов на уровне ниже 500 футов.

VLL – очень низкий высотный уровень. Данный термин распространяется на высоты ниже 500 футов (соответствует приблизительно 152 метрам). Согласно документу [1], утвержденному Eurocontrol 21 февраля 2017 года, на уровне от 500 футов и ниже предполагается высокая полетная активность для беспилотных авиационных систем (UAS) и дистанционно-пилотируемых авиационных систем (RPAS). При этом возникает проблема контроля движения беспилотных летательных аппаратов, как в контролируемом, так и в неконтролируемом воздушном пространстве.

Как известно, служба управления воздушным движением, вне аэродромной зоны, не контролирует воздушное пространство ниже 300 метров. Для предупреждения инцидентов с пилотируемыми летательными аппаратами EASA (Европейское агентство авиационной безопасности) разработало предварительные правила для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) которые предусматривают:

- обязательную регистрацию БПЛА (даже малых);
- обязательное нахождение БПЛА в зоне видимости оператора;
- запрет на полеты выше ВЛЛ;
- создание специальных зон запрета полетов БПЛА.

Однако, при выполнении полетов БПЛА в диапазоне высот от AGL (Above Ground Level) до границы VLL, где эти летательные аппараты будут выполнять множество пользовательских функций, привлечение к управлению полетами служб УВД нецелесообразно. Таким образом, возникает проблематика создания организационных и технических аспектов управления беспилотными летательными аппаратами.

Европейские структуры весьма заинтересованы в решении проблемы организации управления полетами БПЛА на уровне ВЛЛ. Поскольку глобальное решение данной проблемы потребует появления нового инструментария, было решено привлечь различные научно-исследовательские организации. Для этого, в рамках программы финансирования научных исследований SESAR 2020, которая является частью известной рамочной программы HORIZON-2020, появились проекты, которые связаны с безопасной интеграцией БПЛА, к примеру, проект SESAR-VLD1-10-2016 [2].

Учитывая невозможность привлечения для задачи управления БПЛА на ВЛЛ службы ОВД, одним из решений этой задачи может быть создание специализированной службы – службы управлением движением беспилотных летательных аппаратов, или как это предложено в [2] – Unmanned aerial system Traffic Management (UTM). Разделение полномочий между ATM и можно продемонстрировать с помощью упрощенной структуры (рис.1).

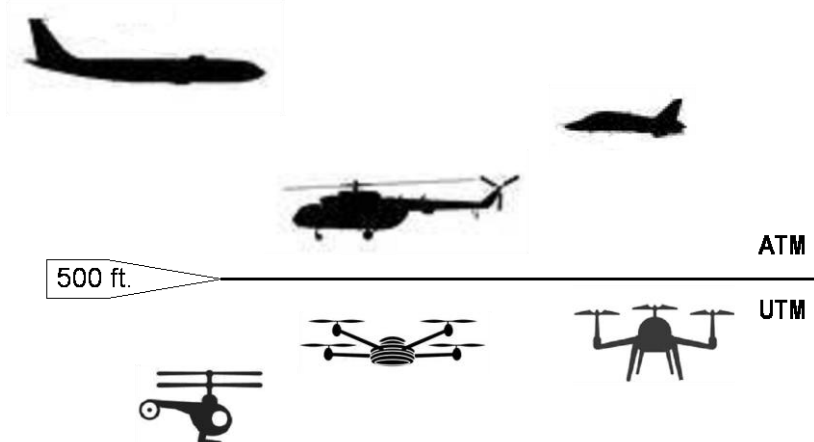


Рисунок 1 – Предполагаемая схема разделения полномочий между ATM и UTM

На операционном уровне, согласно [2], служба UTM должна охватывать следующий круг вопросов :

- регистрацию и присвоение идентификатора беспилотному летательному аппарату;
- наблюдение и отслеживание;
- обеспечение разрешения на полет;
- динамическая верификация плана полета.

Безусловно, данный перечень функций является первичным, и в дальнейшем будет уточняться.

Необходимо также учесть фактор автоматизации ряда функций, которые будут достигнуты путем решения целого комплекса технических задач.

Данный фактор необходимо учитывать, поскольку БПЛА, перемещающийся над территорией городов в ВЛЛ эшелоне будет фактически находится в зоне плотной городской застройки и ему придется выполнять полет по сложной траектории. Не вызывает сомнений, что в этом случае полет по требованию нахождения в зоне видимости оператора (VLOS – Visual Line of Sight) невозможен, и реально будет выполняться полет за пределами зоны видимости (BVLOS Beyond Visual Line of Sight).

На современном уровне развития беспилотных систем, поскольку сейчас применяют только ДПЛА, лишь опыт оператора гарантирует безопасность полета аппарата. При этом, при повышении уровня трафика в ВЛЛ эшелоне возрастает риск столкновений нескольких ДПЛА, которые оператор БПЛА будет не в состоянии предупредить, без наличия специальных технических средств, которые сигнализировали бы об опасном сближении. Поскольку в городской черте возможны полеты лишь малых ДПЛА, причем преимущественно различных конструкций поликоптеров или винтокрылых конструкций, установка на них систем-прототипов TCAS невозможна. Эта проблема требует технического решения – создание нового устройства предупреждения столкновений для малых ДПЛА (БПЛА).

Что касается зон запрета полетов то, естественно, это будут территории аэропортов, территории секретных или опасных объектов, и возможно, территории государственных учреждений. Эти территории можно отнести к категории стационарных запрещенных для полетов ДПЛА зон, которые могут действовать в течении десятков лет.

При этом могут возникать и различные кратковременные запрещенные зоны, которые будут действовать несколько дней, или даже часов. К таким территориям можно отнести, к примеру, территории нахождения государственных VIP-персон, территории проведения религиозных праздников, места проведения фейерверков и т.п. Такие зоны можно отнести к динамически- появляющимся запрещенным зонам.

Появление динамических запрещенных зон требует решения следующей технической задачи – оперативной передачи информации о координатах территорий на которые нельзя залетать в указанное время. Эта задача, в свою очередь разделяется на две подзадачи : передача информации от диспетчера УТМ операторам ДПЛА; предотвращения преднамеренного нарушения злоумышленниками динамических запрещенных зон. Вторая подзадача также будет актуальна и для статических запрещенных полетных зон. Её решение потребует одновременно разработки соответствующих организационно-поведенческих правил и технических операций, направленных на гарантированный автоматический облет ДПЛА запрещенных зон при одновременном игнорировании команд оператора, если они направлены на нарушение запрета. Задачу облета запрещенной зоны полета будет считать «прямой» задачей.

Задачи, выполняемые ДПЛА в условиях городской застройки могут быть различны. ДПЛА, предназначенные для перевозки легких грузов или объектов, перемещаются на достаточно значительные расстояния. Однако существует ряд задач ДПЛА, которые не требуют перемещений ДПЛА на расстояния более нескольких километров и, даже, сотен метров. Определенные территории, которые могут достигать нескольких квадратных километров, в городах занимают большие предприятия. Эти предприятия могут obavестись собственными группами ДПЛА или БПЛА, которые могут выполнять функции, к примеру, наблюдения за территорией в ночное время, перемещение грузов от одного здания к другому. Такие аппараты можно назвать условно «ведомственными беспилотными структурами». Таким ведомственным ДПЛА не требуется разрабатывать и утверждать план полета,

поскольку они перемещаются только над территорией своего предприятия, и их вылет за пределы этой территории не предполагается их функциональным назначением.

Тогда для гарантированного предупреждения умышленных нарушений со стороны их дистанционных пилотов для таких ДПЛА можно ввести лишь одну «разрешенную» зону – которая ограничивается координатами периметра их предприятия. В этом случае, вся остальная территория будет для них запрещенной для полетов зоной. А если при этом ограничить их полет, к примеру, по максимальной разрешенной высоте, то такая опция позволит максимально снизить риск столкновения с другими «чужими» ДПЛА, которые транзитом будут проходить над территорией с ведомственными ДПЛА на высотах, заранее больших, чем разрешенная высота «ведомственного» аппарата.

Выводы. Очерчены проблемы безопасной интеграции ДПЛА, определены необходимость создания специальных технических средств и реализации специальных организационно-технических процедур для обеспечения ряда важных задач безопасной интеграции ДПЛА на ВЛЛ уровне. Предложены упрощенные варианты предотвращения нарушения координат запрещенных для полета зон.

Список литературы

1. RPAS ATM CONOPS/ EUROCONTROL. – Bruxelles: Eurocontrol, 2017. – 24 p. – Режим доступа : <http://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/Brochure%20RPAS%20CONOPS.pdf> . – Доступ 30.03.2017.
2. SESAR-VLD1-10-2016. Safe integration of drones. / European Commission Research&Innovation Participation Portal. – Bruxelles: Eurocontrol, 2017. – Режим доступа : <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/sesar-vld1-10-2016.html>. – Доступ 30.03.2017.

Д.І. Бахтіяров, аспірант,
О.Ю. Лавриненко, аспірант,
Г.Ф. Конахович, д.т.н., проф.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Моделювання динаміки польоту БПЛА для оцінки впливу затримки сигналу при використанні криптографічної системи захисту

Розроблено структурну схему захищеного радіоуправління БПЛА та на її основі комп'ютерну модель каналу захищеного інформаційного обміну в напрямку «Земля-Борт» і «Борт-Земля». Експериментальним шляхом досліджено вплив затримки сигналу управління через криптографічні перетворення на виникнення динамічних та флуктуаційних помилок під час симуляції польоту БПЛА в умовах зближених з реальними.

Проблема уразливості каналів передачі даних між БПЛА і наземним комплексом управління (ПКУ), в якості якого найчастіше використовується ноутбук, вирішується одним із таких способів [5]:

- застосування автономних БПЛА;
- використання супутникових ретрансляторів;
- захист лінії зв'язку криптографічними засобами.

У більшості застосувань найбільш прийнятним і економічним є останній з перерахованих варіантів.

Тестування впливу затримки сигналу управління БПЛА за допомогою справжніх тестових польотів з управлінням з землі вимагає істотних грошових витрат. Набагато краще почати тестування на ранніх стадіях процесу розробки з використанням симуляції на робочих станціях і лабораторних стендах.

Для стохастичного і динамічного дослідження впливу затримки сигналу на управління БПЛА ефективним виявилось програмне цифрове моделювання, коли в модель закладаються системи моделювання елементів і умови їх сполучення. Базовими елементами моделі БПЛА є функціональні стандартні блоки, які виконують певні функції. За допомогою цих блоків можна моделювати будь-які передавальні функції, типові нелінійності, логічні функції і т.д.

Моделювання динаміки польоту БПЛА здійснюється з використанням готового пакету «Matlab Simulink». Основна програма, яка містить опис моделі системи на вхідній мові пакету «Matlab Simulink», має ім'я і розширення «UAV_channel.m».

Опис моделі БПЛА. На рис. 1 представлена схема моделювання БПЛА, яка включає 3 групи блоків:

- блок генераторів стандартних сигналів: одиничної ступінчастої функції «Step»;
- генератор вхідного сигналу з затримкою типу $x(t)=ax+T_n$ «Ramp» і генератор «білого» шуму «Band-Limited White Noise»;

- два допоміжних блоки осцилографів «Scope» для контролю сигналів в 4-х каналах управління;

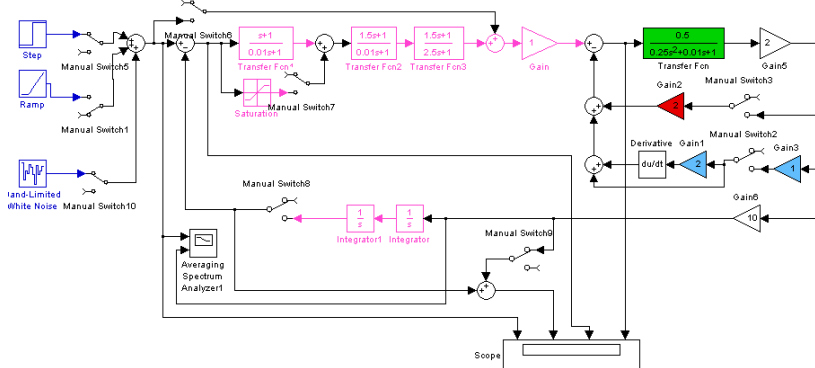


Рис. 1. Схема моделі БПЛА

Генератори стандартних сигналів за допомогою перемикачів «Manual Switch» з'єднуються зі входом моделі БПЛА:

- Включення сигналу одиничної функції «Step» на вхід моделі дозволяє по кривим перехідного процесу оцінити якість БПЛА. Зміна амплітуди функції «Step» (збільшення або зменшення) призводить модель БПЛА в стійкий або нестійкий стан.

- Включення сигналу типу «Ramp» дозволяє оцінити якість динамічного регулювання моделі (динамічного відпрацювання вхідного сигналу з визначеною затримкою) по його динамічним помилкам.

- Включення генератора «білого шуму» «Band-Limited White Noise» дозволяє провести статистичне дослідження замкнутого контуру БПЛА.

Модель БПЛА представлена у вигляді послідовно з'єднаних:

- дискримінатора (формувача сигналу помилки), на один вхід якого подаються стандартні сигнали, а на другий вхід - сигнали негативного зворотного зв'язку «кінематичної ланки» з двох інтеграторів;

- інтегро-диференціюючого фільтра - формувача сигналу управління в пристрої НВК:

$$K_{\text{ВВК}}(p) = \frac{K_{\text{ВВК}}(1 + pT_2)}{1 + pT_1} = \frac{(S + 0,5)^2}{S + 0,25}; \quad (1)$$

- пристрою передачі команд наведення з передавальною характеристикою:

$$K_{\text{УПК}}(p) = \frac{K_{\text{УПК}}}{1 + pT_{\text{УПК}}} = \frac{1}{(S + 10)}; \quad (2)$$

- формувача системи «оптимальної за швидкодією» з обмежувачем «Saturation»;

- узагальненого регульованого підсилювача БПЛА для зміни смуги контуру управління;

- моделі БПЛА з передавальною характеристикою коливальної ланки, представлені у вигляді послідовно з'єднаних 2-х аперіодичних ланок:

$$K_{БПЛА}(p) = \frac{K}{1 + 2\xi Tp + T^2 p^2}; \quad (3)$$

- системи стабілізації характеристик БПЛА представлені у вигляді двох паралельних ланцюгів негативного зворотного зв'язку по швидкості і по прискоренню:

$$K_v(p) = \int W_{БПЛА}(t) dt = W_{БПЛА}(p) \frac{K_u}{p} \text{ - по швидкості}; \quad (4)$$

$$K_w(p) = W_{БПЛА} K_w \text{ - по прискоренню}; \quad (5)$$

- кінематичної ланки зворотного зв'язку з передавальною характеристикою:

$$K_0(p) = \frac{1}{p^2}; \quad (6)$$

- схема БПЛА комутується ключами $K1, K2, K3, K4$.

Допоміжні блоки «Score» для контролю зміни сигналів у часі є в 4-х точках БПЛА:

- сигнал помилки БПЛА;
- сигнал помилки систем стабілізації БПЛА;
- сигнал нормального прискорення $W_{БПЛА}$ на виході БПЛА;
- сигнал відпрацювання затримки вхідного керуючого впливу на виході «кінематичної ланки».

У підсумку модель БПЛА представлена у вигляді двох взаємновстроєних систем:

- канал управління БПЛА з двома ланцюгами НЗЗ по швидкості і прискоренню;
- канал управління польотом БПЛА.

На кожну систему окремо можна подавати сигнали управління з визначеними затримками і контролювати різні точки моделі. При цьому є можливість змінювати параметри вхідних стандартних сигналів, а також параметри і структуру самої моделі.

Якість управління польотом БПЛА визначається помилками усталеного польоту при відпрацюванні вхідного корисного сигналу (команд управління) при наявності перешкод.

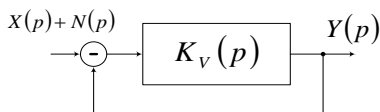


Рис. 2. Загальна схема управління польотом БПЛА

де $X(p)$ - вхідний сигнал команд управління;

$N(p)$ - перешкоди лінії радіоуправління (включаючи затримку сигналу на операції шифрування / розшифрування).

Для якісного представлення помилок управління вважатимемо, що канал тангажу БПЛА є ФНЧ (фільтр нижніх частот) з смугою (рис. 3).

$$K_0(\omega) = \begin{cases} 1, & 0 < \omega \leq \omega_0 \\ 0, & \omega > \omega_0 \end{cases} \quad (7),$$

де $K_0(p) = \frac{K_v(p)}{1 + K_v(p)}$ - передавальна характеристика замкнутого

каналу тангажу;

$$\omega_0 = \frac{1,5}{T} \text{ - смуга пропускання замкнутого каналу тангажу.}$$

Нехай вхідний сигнал $x(p)$ має енергетичний спектр $S_x(\omega)$, потужність якого зменшується зі збільшенням частоти. Як перешкоди будемо розглядати «білий» шум з постійною спектральною щільністю $S_N(\omega) = \frac{N_0}{2}$ та затримку сигналу на операції криптографічного перетворення T_n .

Тоді динамічна помилка відпрацювання корисного вхідного сигналу буде визначатися (рис 6):

$$\overline{Z}_{дин}^2 = \frac{1}{\pi} \int_{N_0}^{\infty} S_x(\omega) \cdot |1 - K_0(\omega)|^2 d\omega = \frac{1}{\pi} \int_{\omega_0}^{\infty} S_x(\omega) d\omega, \quad (8)$$

тобто визначається частиною спектра корисного сигналу, який знаходиться за межами смуги пропускання ω_0 і не відпрацьовується системою.

Флуктуаційна помилка визначається спектром перешкоди, який знаходиться всередині смуги пропускання:

$$\overline{Z}_{фл}^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega_0} S_N(\omega) K_0^2(\omega) d\omega = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega_0} S_N(\omega) d\omega. \quad (9)$$

З рис. 3 легко побачити наступне:

1) Збільшення смуги пропускання ω_0 призводить до зменшення динамічної помилки і збільшення флуктуаційної помилки.

2) Зменшення смуги пропускання ω_0 призводить до збільшення динамічної помилки і зменшення флуктуаційної.

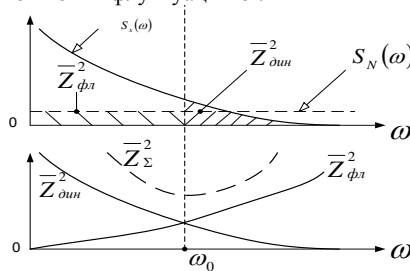
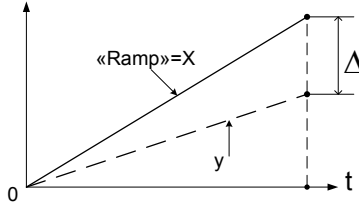


Рис. 3. Смуга пропускання БПЛА

Для цього в каналі тангажу повинна бути система, що забезпечує її оптимальну смугу.

Для комп'ютерного дослідження смуги пропускання БПЛА (знаходження динамічної помилки) на вхід каналу управління потрібно подати сигнал «Ramp» і за допомогою ключів забезпечити включення всіх ланцюгів НЗЗ. По різниці $\Delta = x - y$ між вхідною функцією і вихідною визначається динамічна помилка (рис 7).



Висновки. Отже, запропонована комп'ютерна модель захищеної системи передавання сигналів керування БПЛА не зважаючи на виникнення неусувної затримки сигналу стадії криптографічних перетворень показала досить позитивні результати на стадії комп'ютерного моделювання процесів, що проходять на борту БПЛА. Виникнення помилок пов'язано зі зміною смуги пропускання каналу управління, а вплив затримки зашифрованого сигналу на компоненти комп'ютерної моделі виявився незначним, що неодноразово було підтверджено графічними залежностями в ході проведення експерименту.

Список літератури

1. D.I. Bakhtiiarov, G.F. Konahovych, O.Y. Lavrynenko (2015) Computer modeling of drone protected control channel. Science-Based Technologies, Vol. 28, No. 4, pp. 283-290.
2. G.F. Konahovych and V.M. Chupryn, "Handling of UAV using aeronautical telecommunication devices," Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD), 2015 IEEE International Conference, Kiev, 2015, pp. 174-177.
3. D.I. Bakhtiiarov, I.O. Kozliuk, O.Y. Lavrynenko, I.V. Tretiak (2016) Problems of unauthorized interference to the work of uav and methods of its solving. Science-Based Technologies, Vol. 30, No. 2, pp. 206-211.
4. O.Y. Lavrynenko, G.F. Konahovych, R.S. Odarchenko, D.I. Bakhtiiarov (2016) Voice command signal compression algorithm by functions of unmanned aerial vehicles. Aerospace technic and technology, Vol. 130, No. 3, pp. 57-67.

*Д.І. Бахтіяров, аспірант
А.О. Гуменна
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Алгоритми електронного цифрового підпису

Розглянуто найбільш зручний засіб захисту електронних документів від спотворень, що дозволяє ідентифікувати відправника повідомлення, електронний цифровий підпис (ЕЦП). Були приведені основні алгоритми ЕЦП..

Вступ.

Електронний документообіг є одним з тих інструментів, що забезпечують потреби сьогодення в швидкому інформаційному обміні. Можливість використання електронного цифрового підпису(ЕЦП) є ефективним рішенням. ЕЦП за допомогою спеціального програмного забезпечення підтверджує достовірність інформації документу, його реквізитів і факту підписання конкретного документу конкретною особою.

Електронний цифровий підпис – реквізит електронного документа, призначений для захисту даного електронного документа від підробки, одержаний у результаті криптографічного перетворення інформації з використанням закритого ключа електронного цифрового підпису, що дозволяє ідентифікувати власника сертифікату ключа підпису, а також встановити відсутність несанкціонованих змін або підміни інформації в електронному документі[3].

Технологія електронного цифрового підпису.

Технологія застосування системи ЕЦП передбачає наявність мережі абонентів, що посилають один одному підписані електронні документи. Для кожного абонента генерується пара ключів: секретний і відкритий. Секретний ключ зберігається абонентом в таємниці і використовується ним для формування ЕЦП. Відкритий ключ відомий всім іншим користувачам і призначений для перевірки ЕЦП одержувачем підписаного електронного документа. Інакше кажучи, відкритий ключ є необхідним інструментом, що дозволяє перевірити справжність електронного документа і автора підпису. Відкритий ключ не дозволяє обчислити секретний ключ.

Алгоритми ЕЦП діляться на два великі класи: звичайні цифрові підписи і цифрові підписи з відновленням документа[1]. Звичайні цифрові підписи необхідно прикріплювати до документу, який підписується. До цього класу належать алгоритми, засновані на еліптичних кривих (ECDSA, ГОСТ Р 34.10-2001, ДСТУ 4145-2002). Цифрові підписи з відновленням документа містять в собі документ, що підписується: в процесі перевірки підпису автоматично обчислюється і тіло документа. До цього класу належить один з найпопулярніших алгоритмів - RSA.

Алгоритм цифрового підпису RSA.

Першою і найбільш відомою у всьому світі системою ЕЦП стала система RSA, математична схема якої була розроблена в 1977 р. в США[1].

Припустимо, що відправник хоче підписати повідомлення М перед його відправкою. Спочатку повідомлення М (блок інформації, файл, таблиця) стискають за допомогою хеш-функції $h()$ в ціле число m :

$$m = h(M). \quad (1)$$

Потім обчислюють цифровий підпис S під електронним документом M , використовуючи хеш-значення m і секретний ключ D :

$$S = m^D \pmod{N}. \quad (2)$$

Пара (M, S) передається партнеру-одержувачу як електронний документ M , підписаний цифровим підписом S , причому підпис S сформована володарем секретного ключа D .

Алгоритм цифрового підпису Ель Гамала (EGSA)

Більш надійний і зручний для реалізації на персональних комп'ютерах алгоритм цифрового підпису розробив американець арабського походження Тахера Ель Гамаль в 1984 р[2].

Відправник обирає випадкове ціле число X , $1 < X \leq (P-1)$

$$Y = G^X \pmod{P}. \quad (3)$$

Число Y є відкритим ключем, що використовуються для перевірки підпису відправника. Число Y відкрито передається всім потенційним одержувачам документів. Число X є секретним ключем відправника для підписування документів і має зберігатися в секреті. Для того, щоб підписати повідомлення M , спочатку відправник хешує його за допомогою хеш-функції $h()$ в ціле число m і генерує випадкове ціле число K . Потім відправник обчислює ціле число a :

$$a = G^K \pmod{P} \quad (4)$$

Застосовуючи розширений алгоритм Евкліда, обчислюємо за допомогою секретного ключа X ціле число b з рівняння:

$$m = X * a + K * b \pmod{(P-1)}. \quad (5)$$

Пара чисел (a, b) утворює цифровий підпис S :

$$S = (a, b). \quad (6)$$

Слід зазначити, що схема Ель Гамала є характерним прикладом підходу, який допускає пересилання повідомлення M у відкритій формі разом з приєднаним аутентифікатором (a, b) [2]. У таких випадках процедура встановлення автентичності прийнятого повідомлення складається в перевірці відповідності аутентифікатора повідомленням.

Алгоритм цифрового підпису DSA.

Алгоритм цифрового підпису DSA (Digital Signature Algorithm) запропонований в 1991 р. в США для використання в стандарті цифрового підпису DSS (Digital Signature Standard). Алгоритм DSA є розвитком алгоритмів цифрового підпису Ель Гамала і К.Шнорра[1].

Відправник і одержувач електронного документа використовують при обчисленні великі цілі числа: G і P - прості числа, L біт кожне ($512 \leq L \leq 1024$); q - просте число довжиною 160 біт (дільник числа $(P-1)$). Числа G , P , q є відкритими і можуть бути загальними для всіх користувачів мережі.

Відправник вибирає випадкове ціле число X , $1 < X < q$. Число X є секретним ключем відправника для формування електронного цифрового підпису.

Потім відправник обчислює значення

$$Y = G \bmod P. \quad (7)$$

Число Y є відкритим ключем для перевірки підпису відправника, яке передається всім одержувачам документів.

Відправник генерує випадкове ціле число K , $1 < K < q$, і обчислює число r

$$r = (G^K \bmod P) \bmod q. \quad (8)$$

Потім відправник обчислює за допомогою секретного ключа X ціле число s :

$$s = ((m + r * X)/K) \bmod q. \quad (9)$$

Пара чисел r і s утворюють цифровий підпис[1]

$$S = (r, s) \quad (10)$$

Слід зазначити, що реальне виконання алгоритму DSA може бути прискорене за допомогою виконання попередніх обчислень.

Вітчизняний стандарт цифрового підпису.

Вітчизняний стандарт цифрового підпису позначається як ГОСТ Р 34.10-94. Алгоритм цифрового підпису, який визначається цим стандартом, близький до алгоритму DSA. У ньому використовуються наступні параметри:

p - велике просте число довжиною від 509 до 512 біт або від 1020 до 1024 біт;

q - простий співмножник числа $(p-1)$, що має довжину 254 ... 256 біт;

a - будь-яке число, менше $(p-1)$, причому таке, що $aq \bmod p = 1$;

x - деяке число, менше q ;

$$y = a^x \bmod p. \quad (11)$$

Слід також зазначити, що у вітчизняному стандарті ЕЦП параметр q має довжину 256 біт. Західних криптографів цілком влаштовує q довжиною приблизно 160 біт. Різниця в значеннях параметра q є відображенням прагнення розробників вітчизняного стандарту до отримання більш безпечного підпису[3].

Висновки.

Провівши аналіз алгоритмів можна зробити висновок , що найбільш оптимальною є схема створення ЕЦП RSA, яка виділяється своєю високою надійністю та простотою і найчастіше використовується в програмному забезпеченні для створення формування і перевірки ЕЦП. Якщо говорити в загальному про симетричні та асиметричні схеми, то перевагу, звичайно ж, надають асиметричним, так як саме вони забезпечують достатню криптостійкість. Проте для реалізації цих алгоритмів необхідні великі обчислювальні ресурси.

Список літератури

1. Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. – М.: Радио и связь, 2001. – 376 с.
2. Johnson D. and Vanstone S. [The elliptic curve digital signature algorithm \(ECDSA\)](#) // International Journal on Information Security, 1 (2001).– Pp.36-63.
3. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – М.: ТРИУМФ, 2002 – 816 с.

*Р.Г. Закиров, аспирант
(Ташкентский государственный технический университет
им. А.Р. Беруни, Узбекистан)*

Дистанционная диагностика систем воздушного судна при помощи инфракрасной линии связи

В настоящей статье рассматривается применение инфракрасной системы дистанционного контроля параметров воздушного судна, обеспечивающей диагностику систем воздушного судна с высокой скоростью, в любых погодных условиях и без необходимости точной юстировки приемника и передатчика.

В связи с большой загруженностью аэропортов все большую актуальность приобретает обеспечение регулярности полетов путем исключения либо максимального уменьшения количества задержек рейсов.

Часто задержки рейсов вызваны техническими причинами. Поэтому очень актуальными и востребованными являются разработки, направленные на повышение регулярности полетов за счет экономии времени на выполнении предполетного технического обслуживания воздушного судна. Примером таких разработок являются системы дистанционной диагностики параметров воздушных судов, позволяющие начать проведение послеполетных тестов сразу после остановки воздушного судна, не дожидаясь завершения организационных процедур.

В настоящей работе описана система дистанционной диагностики параметров воздушного судна на основе атмосферной линии связи инфракрасного диапазона. Предложенная диагностическая система применима к любым типам воздушных судов, имеющим в своем составе централизованную систему встроенного контроля (практически все типы, обмен информацией между системами которых производится в формате ARINC 429).

Система встроенного контроля представляет собой совокупность программно-аппаратных средств. Она предназначена для постоянного контроля систем воздушного судна. При обнаружении неисправности сохраняется в памяти системы.

Идея системы дистанционной диагностики представлена на рис.1. Воздушное судно 1 установлено возле рукава 2 для загрузки/выгрузки пассажиров. Обмен информацией происходит по атмосферной оптической линии связи 3 через инфракрасные окна приемопередатчиков, один из которых установлен на воздушном судне, а второй - на кронштейне рукава. Приемопередатчик, установленный на кронштейне рукава, соединен с наземной станцией кабелем 4. В качестве кабеля можно использовать оптоволокно. Для надежности, приемопередатчик наземной станции устанавливается на нижней части рукава. Скорость передачи данных по открытой оптической линии связи - до 100 мегабит в секунду. Особенностью

предложенной системы является большая ширина оптического луча, что избавляет от необходимости юстировки приемопередатчиков.

Приемопередатчик наземной станции заключен в непрозрачный кожух. Это предотвращает попадание света в открытый оптический канал связи, и, тем самым, обеспечивает помехозащищенность системы. Размер кожуха превышает размер инфракрасного луча. В темное время суток возможно снятие кожуха.

Как приемник, так и передатчик имеют широкую диаграмму направленности, что позволяет не производить юстировку.

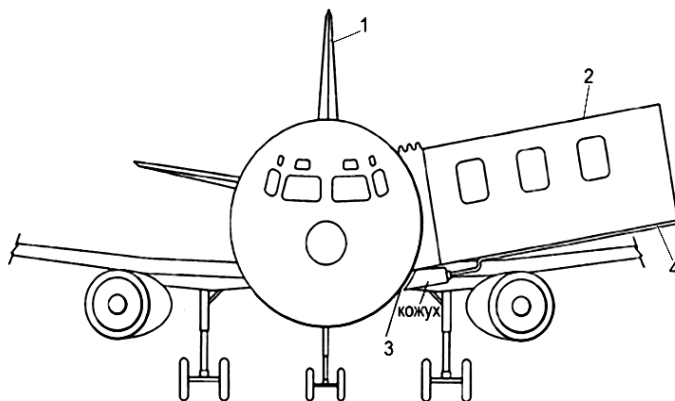


Рис.1. Элементы схемы дистанционной диагностики

Размер открытого конца кожуха должен быть достаточным для предотвращения интерференции между лучом и окружающими предметами.

В связи с креплением проводника сигнала на «рукаве» для посадки-высадки пассажиров, окно с инфракрасным фильтром бортовой части системы целесообразно разместить под пассажирской дверью. Так как воздушное судно размещается на стоянке точно по разметке, кожух приемопередатчика наземной части оказывается совмещенным с бортовой частью.

Структурная схема системы приведена на рис.2

Система открытой оптической связи обеспечивает обмен информацией между самолетной частью (централизованной системой встроенного контроля) и наземной диагностической станцией. Основным элементом как бортовой, так и наземной частей системы являются оптические приемопередатчики, состоящие из оптических приемников (Пм) и передатчиков (Пр). Защитный кожух обеспечивает защиту инфракрасного луча от воздействия окружающего света, так как воздействие солнечного света приводит как к ослаблению инфракрасного сигнала, так и к созданию помех. Таким образом, защитный кожух обеспечивает грубую защиту от воздействия внешних световых воздействий.

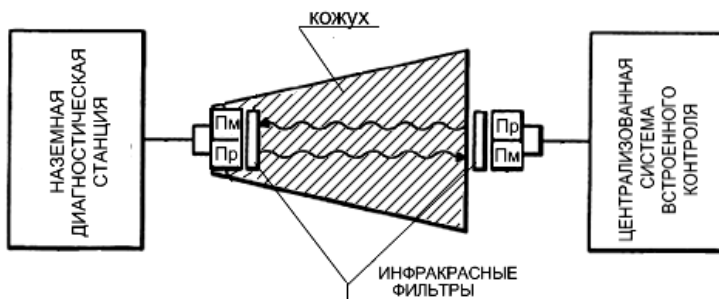


Рис.2 Структурная схема системы дистанционной диагностики

Дополнительную, более «тонкую» защиту от оптических помех обеспечивают инфракрасные фильтры. Передача данных осуществляется модулированным инфракрасным лучом. Приемопередатчик наземной части соединяется с диагностической станцией (персональным компьютером) при помощи кабеля. Обмен информацией между бортовой частью системы и наземной станцией осуществляется в дуплексном режиме- возможна одновременная передача и прием оптического сигнала.

На рис.3 представлена конструкция приемника и передатчика. Для наглядности, приемник и передатчик показаны совместно. Передатчик состоит из светодиодной матрицы, которая управляется транзистором. Электрический сигнал подается на транзистор и преобразуется светодиодной матрицей в инфракрасный. Светодиодная матрица представляет собой последовательно соединенную группу светодиодов, суммарная мощность которых намного больше одного светодиода. Так как светодиодной матрицей создается достаточно широкий луч, после нее устанавливается призма, в функции которой входит концентрация светового пучка и формирование выходного луча передатчика. Призма изготавливается из прозрачного материала, например из прозрачного пластика или стекла.

В функцию концентратора входит концентрация принимаемого светового потока на фотодиод. Концентратор изготавливается из изоляционного материала, что позволяет устанавливать его непосредственно на фотодиод. Фотодиод питается от источника высокого напряжения. Питание предусматривает и температурную компенсацию. Температурная компенсация необходима для обеспечения нечувствительности фототока от колебаний температуры.

Питание фотодиода производится через RC-цепь, состоящую из резистора R1 и конденсатора C1. В функции резистора R1 входит ограничение чувствительности фототока через лавинный фотодиод при изменениях светового потока. Ограничение происходит следующим образом. При увеличении напряжения питания ток через фотодиод возрастает в экспоненциальной зависимости. При увеличении интенсивности светового потока падение напряжения через резистор R1 возрастает, что уменьшает ток через фотодиод. Таким образом, образуется отрицательная обратная связь, при

которой ток через фотодиод остается постоянным, независимо от перепадов напряжения питания и интенсивности светового потока.

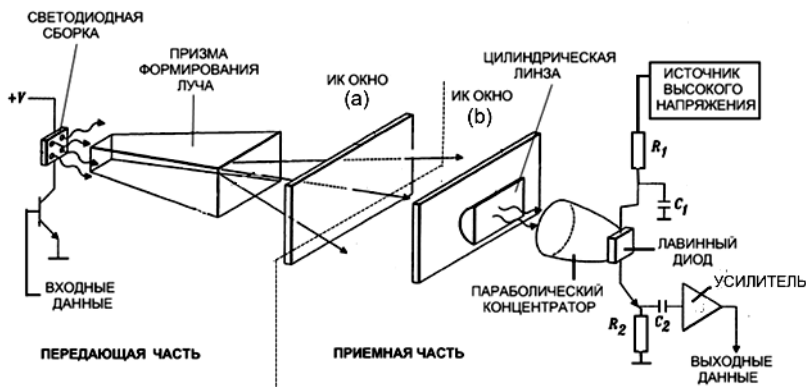


Рис.3 Конструкция приемопередатчика

Конденсатор C_1 вместе с резистором R_1 образует интегрирующую цепь для сглаживания пульсаций.

Температурная компенсация обеспечивается источником высокого напряжения путем сравнения напряжения, подаваемого на лавинный фотодиод и заданным напряжением, создаваемым датчиком температуры. Разница между этими напряжениями является управляющим сигналом для выработки напряжения питания фотодиода.

С выхода лавинного фотодиода сигнал подается на компьютер через резистор R_2 . Несмотря на то, что кожух и инфракрасные фильтры (а) и (б) поглощают большую часть света, образующего помехи, некоторое количество света может попасть на концентратор. Для фильтрации помех используется конденсатор C_2 , включенный между выходом фотодиода и усилителя. Уровень сигнала с выхода усилителя прямо пропорционально мощности светового потока, попадающего на фотодиод.

Усилитель с входной цепью, состоящей из конденсатора C_2 , преобразует сигнал в формат, предусмотренный самолетным бортовым компьютером, или наземной станцией.

Как было указано ранее, открытая оптическая система связи работает в дуплексном режиме, обеспечивающем одновременный прием и передачу информации в обоих направлениях. Дуплексная связь осуществляется при условии, что сигнал передатчика не попадает в приемную часть того же приемопередатчика. Для этого инфракрасный фильтр имеет конструкцию, показанную на рис.4

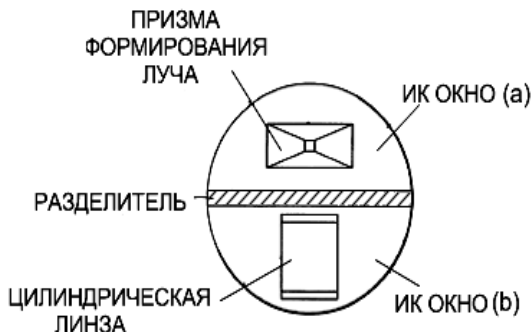


Рис.4 Конструкция инфракрасного фильтра

Инфракрасное окно разделено на две части: (а) и (b). Разделитель разделяет световой луч, попадающий на призму от светового пучка, попадающего на цилиндрическую линзу. Таким образом, световой пучок от передатчика не может попасть на фотодиод приемника. Это позволяет системе работать в дуплексном режиме.

Выводы

В настоящее время все более актуальной становится проблема обеспечения регулярности полетов и уменьшения количества задержек рейсов. В работе предложена система дистанционной диагностики воздушного судна, позволяющая производить считывание информации об отказах одновременно с высадкой пассажиров. Система работает в инфракрасном диапазоне и состоит из наземной и бортовой частей.

Большая часть работ по посадке/высадке пассажиров производится через телескопический трап-«Рукав». Телескопический трап устанавливается в определенном месте воздушного судна, поэтому, при установке наземной части системы на «Рукаве» отпадает необходимость проведения юстировки. В связи с этим предложение по установке приемопередатчика наземной станции на телескопический трап можно считать целесообразным.

Список литературы

1. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. -М., Техносфера, 2005.
2. Ишанин, Г.Г. Источники и приемники излучения : учеб.пособие / Г.Г. Ишанин, Э.Д. Панков. - СПб: Политехника, 1991, с 86.
3. Ишанин, Г.Г. Источники излучения : учеб.пособие / Г.Г. Ишанин, В.В. Козлов. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005, с. 241

Р.С. Одарченко, к.т.н., доцент
(Національний авіаційний університет, Україна)

Д.Д. Вергелес, здобувач
(Науково-дослідний інститут Державного спеціального зв'язку та захисту
інформації, Україна)

Вибір параметрів широкосмугових сигналів для систем тропосферного зв'язку спеціального призначення

Системи тропосферного зв'язку дістали широкого поширення в наш час. Вони використовуються як в стільникових мережах зв'язку, для передачі даних в важкодоступних місцях, так і для забезпечення потреб військових, служб спеціального призначення тощо. При цьому при розробці нових систем необхідно проводити вибір оптимальних методів модуляції та конструкції широкосмугових сигналів. В цій роботі наведено рекомендації по вибору параметрів широкосмугових сигналів для систем тропосферного зв'язку спеціального призначення.

На поточний час системи тропосферного радіозв'язку (ТРС) у комерційних радіолініях зв'язку майже не використовуються. Причиною цього є особливості загоризонтного розповсюдження радіохвиль, які характеризуються більш суттєвим, ніж в радіолініях прямої видимості, затуханням на трасі та багатопроменеве розповсюдження радіохвиль. Зокрема, величина додаткового затухання радіохвиль у тропосферній радіолінії може сягати 60–80 дБ. Для компенсації цього затухання ТРС повинні мати вихідну потужність передавача у сотні чи, навіть, тисячі Вт та апертури антен – до 5 м. Способи компенсації ефектів, пов'язаних з багатопроменевим розповсюдженням радіохвиль, передбачають додаткові апаратні затрати (рознесення за частотою, часом, кутом, поляризацією та у просторі, використання шумоподібних сигналів), що значно підвищує складність та ціну тропосферних засобів зв'язку. Цілком зрозуміло, що ці технічні особливості визначають непевність перспектив ТРС на сучасному ринку комерційних телекомунікацій.

Разом з тим, при створенні радіоліній спеціального призначення перспективність ТРС наразі не тільки не втрачена, а набуває особливої актуальності.

Аналіз науково-технічної літератури свідчить про те, що розроблення станцій тропосферного зв'язку нового покоління пов'язаний з наступним:

- пошуки високоефективних конструкцій сигналів та оптимальних методів їх оброблення;
- створення високоефективних антен, антенно-фідерних пристроїв та підсилювачів потужності для отримання необхідної ефективної ізотропно-випромінюваної потужності.

Крім пошуків шляхів створення станцій тропосферного зв'язку нового покоління проводиться модернізація раніше розроблених станцій. Тому метою

даної роботи є розробка методів вибору оптимальних параметрів широкосмугових сигналів.

Широкосмугові сигнали (ШСС) характеризують наступні параметри:

- авто кореляційні характеристики сигналу;
- взаємно кореляційні характеристики ансамблю сигналів;
- число різних сигналів N_C при деякій базі сигналу B_C ;
- вид спектру сигналу;
- правило (закон) формування;
- особливості формування і обробки.

Для вибору ШСС недостатньо знати тільки їх часові й частотні характеристики, необхідно враховувати також їх авто кореляційні й взаємно кореляційні характеристики.

Авто кореляційні характеристики сигналу, що визначають взаємозв'язок між сигналом і його затриманою в часі копією, описуються функцією автокореляції $R(t)$. Функція автокореляції може бути записана в такий спосіб

$$R(t) = \frac{1}{E} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} u(T) \cdot u(T-t) dt \quad (1)$$

де $u(T)$ – сигнал u як функція часу T ;

E - енергія сигналу;

t – зсув (затримка) сигналу в часі.

Авто кореляційні властивості сигналу прийнято характеризувати відношенням рівня основного (стиснутого) сигналу (пелюстка) до рівнів бічних сигналів (пелюстків). Чисельно рівень бічних пелюстків для правильно обраних і сформованих сигналів не повинен перевищувати $1/B_C$.

Взаємно кореляційні визначає взаємозв'язок між можливими входними сигналами на всьому властивості сигналів характеризуються реакцією узгодженого фільтра на різноманітні входні сигнали з усього використовованого ансамблю. Ця функція часовому проміжку їх існування. Взаємно кореляційна функція може бути записана в такий спосіб

$$R_{ml}(t) = \frac{1}{E} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} u_m(T) \cdot u_l(T-t) dt \quad (2)$$

Як відомо, найкращі взаємно кореляційні властивості мають ортогональні сигнали, тобто сигнали, що задовольняють умові

$$\int_{-\infty}^{\infty} u(T) \cdot u(T-t) dt = 0 \quad (3)$$

При такому підході до вибору сигналів, рівень бічних пелюсток також не перевищує $1/B_C$.

Вид автокореляції й взаємкореляції деяких послідовностей ілюструє рис.

1.

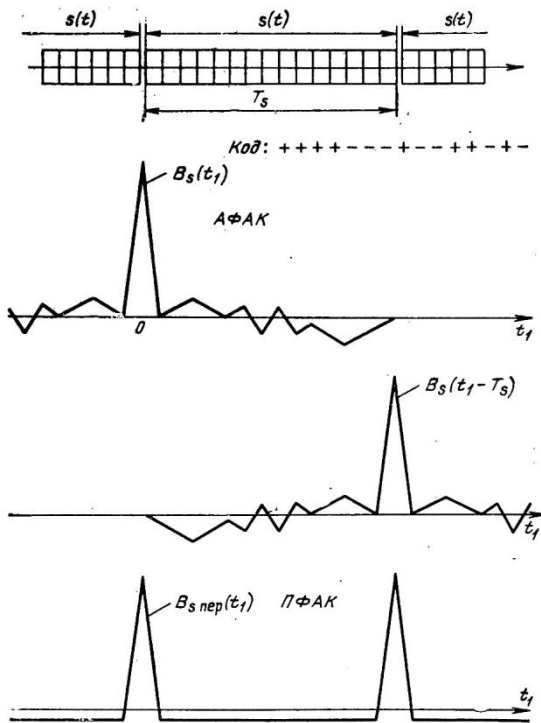


Рис. 1. Вид автокореляції й взаємкореляції деяких послідовностей

Число можливих різних сигналів S_C при деякій базі сигналу визначає ансамбль сигналів, який можна використовувати в системі. Великий ансамбль сигналів потрібно мати для створення багато адресної системи, змінності сигналів або для збільшення швидкості передачі інформації.

В [1-3] показано, що з ростом B_C , число можливих різних сигналів S_C , природно, збільшується. Порівнювати сигнали по цьому параметру впливає лише при деякій певній базі B_C . Із усіх S_C певне число може виявитися ортогональними або квазі ортогональними. Ортогональність сигналів визначається уздовж тимчасової осі як при відсутності відносного зміщення між ними («у крапці»), так і при довільнім зміщенні між сигналами («ортогональність на тимчасовому відрізку»). Переважна більшість ШСС не є ортогональними при довільнім часовому зміщенні, а є тільки квазі ортогональними. Ступінь ортогональності прийнято оцінювати рівнем максимальних бічних пелюсток функції взаємної кореляції або середньо квадратичним значенням рівня бічних пелюсток стосовно рівня основної пелюстки автокореляційної функції (рис. 2) [3].

Відомо велике число ШСС, які можна підрозділити на сигнали з безперервною зміною частоти (ЧМ) і маніпульовані сигнали (ФМн). Сигнали з безперервною частотною модуляцією підрозділяються на:

- а) сигнали з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ);
- б) сигнали з нелінійної ЧМ, наприклад, сигнали зі зміною частоти за квадратичним законом [1].

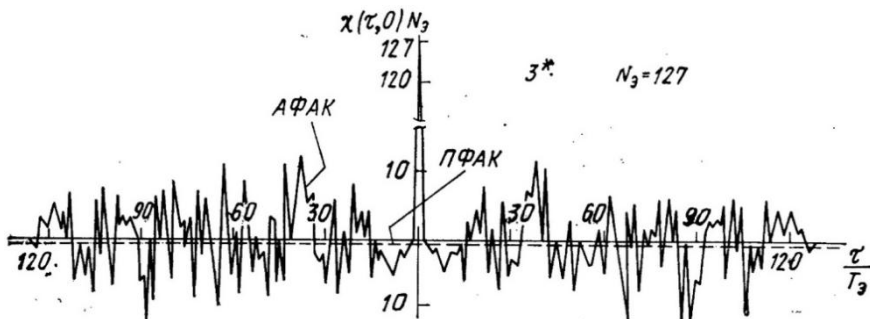


Рис. 2. Оцінка ступеню ортогональності

Сигнали з безперервною ЧМ у тропосферних системах зв'язку мають обмежене застосування через малий ансамбль таких сигналів.

ФМн сигнали побудовані з використанням лінійних рекурентних послідовностей (ЛРП). Найбільше поширення одержали послідовності Хаффмена (М-Послідовності). Ці послідовності мають великий ансамбль і гарні кореляційні властивості, прості у формуванні. При необхідності збільшення ансамблю таких сигналів, можна використовувати логічну операцію відносного зсуву двох вихідних сигналів Хаффмена і їх додавання по модулю 2. При цьому знову утворені сигнали мають ті ж кореляційні властивості, що й вихідні сигнали [3]. Враховуючи це, для формування ШСС у станції тропосферного зв'язку доцільно використовувати М-послідовності.

Висновки. В даній роботі було розглянуто можливості використання широкосмугових сигналів для передачі даних в системах тропосферного зв'язку спеціального призначення. Порівняння сигналів відбувається за допомогою аналізу кореляційних та автокореляційних функцій сигналів. Проведений аналіз дозволив рекомендувати для формування ШСС у станції тропосферного зв'язку використовувати М-послідовності.

Список літератури

1. Давыденко Ю.И. Дальняя тропосферная связь. —М: Воениздат, 1968.
2. Серов В.В. Помехоустойчивость пространственно частотных кодовых конструкций в каналах с релейскими замираниями. // Радиотехника, №12, 1994.
3. Варакин Л.Е. Теория сложных сигналов. —М: «Советское радио», 1970. — 371 с.

*Р.С. Одарченко, к.т.н,
А.О. Абакумова, аспірант,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Аналіз основних вимог до транспортної мережі нового покоління

У роботі представлена перспектива розвитку сучасних транспортних мереж операторів стільникового зв'язку. Проаналізовані основні вимоги, які висуваються стільниковим операторам до транспортної мережі нового покоління.

5G це нове покоління радіосистем і мережевої архітектури, яке буде представляти з себе максимальний широкосмуговий доступ, ультра-надійність, малий час затримки підключення і масивні мережі для користувачів та Інтернет речей.

Випадки використання, основні принципи проектування та бачення системи приводять до вимог 5G, котрі повинна задовольняти майбутня система стільникового широкосмугового зв'язку.

У 10000 разів більше трафіку потрібно буде проводити через всі стільникові широкосмугові технології в якийсь момент часу між 2020 і 2030 роками [1]. Потреба в додатковій потужності йде рука об руку з доступом до більшої кількості спектра на більш високих частотах несучої. Нова система 5G повинна бути спроектована таким чином, щоб забезпечувати розгортання в нових частотних діапазонах.

Прогнозується стрімке зростання кількості пристроїв від десяти до ста на кожного користувача стільникового зв'язку [2]. Загальна тенденція така, що в кінцевому підсумку буде підключено все, що може виграти від підключення до мережі, починаючи від світлофорів, побутової техніки до автомобілів, медичного устаткування і систем електропостачання. Це відкриває необмежені можливості для людей, бізнесу та суспільства. Забезпечення такого роду підключень – завдання, яке належить вирішити технологіям 5G.

Іншим фактором є радіозатримка менше, ніж одна мілісекунда, що дуже важливо для:

- досягнення високих швидкостей передачі даних, зберігаючи при цьому низьку вартість обладнання;
- забезпечення швидкого часу відгуку процедури в системі;
- цілого ряду нових випадків застосування, таких як дистанційне керування машинами і об'єктами в хмарі або тактильний Інтернет.

Потрібно досягти термін служби батареї в 10 років. Частина цього продовженого терміну експлуатації буде складатися з еволюції технології батареї, а частина буде надходити з ефективної обробки типу трафіку пристрою в системі 5G. Низький рівень споживання енергії та збільшення терміну служби батареї також матиме дуже важливе значення для більш складних пристроїв, таких як смартфони, планшети або ноутбуки, так як час, за який такі пристрої працюють на повністю зарядженій батареї є дуже важливим фактором для

кінцевих користувачів. Крім того, споживання енергії для операторів також необхідно зменшити.

Повинна бути забезпечена можливість обробляти пристрої за дуже низькою вартістю. Це означає, наприклад, що використання дуже високих смуг частот може бути можливим лише для простих пристроїв, оскільки можливості трансиверів не повинні бути однаковими для всіх пристроїв. Слідуючи цьому прикладу, в деяких смугах частот, смартфони будуть використовувати носій 100 МГц, але можливо, що датчики будуть мати тільки 10 МГц сумісних апаратних засобів. Ці датчики повинні також мати можливість отримувати доступ до системи. 5G повинні бути досить гнучкими, щоб ефективно впоратися з дуже простими пристроями, які тільки відправляють невеликі, рідкі сплески даних, але й також обробляти розвинені пристрої, які швидко посилають великі обсяги даних.

Пікові швидкості передачі даних системи 5G повинні бути вище, ніж 10 Гбіт/с, але що більш важливо, швидкість передачі даних на границі покриття (95% користувачів) повинна становити 100 Мбіт/с. Це дозволить використовувати стільниковий Інтернет в якості надійної заміни кабелю там, де це необхідно.

Мобільність повинна бути забезпечена при швидкостях, як сьогодні або вище – звичайно, невеликі соти будуть оптимізовані для кочової мобільності, але більш високі швидкості також будуть підтримуватися.

Точне позиціонування пристрою також має бути можливим з 5G в приміщенні, а також на відкритому повітрі. Засновані на місцезнаходженні послуги стають все більш важливими і будуть супроводжуватися зазначенням місця розташування на основі реального часу. Іншим застосуванням фіксуючих пристроїв більш точно, ніж в даний час може бути радіорозподіл ресурсів на основі позицій пристроїв.

Безпека буде дуже важливою вимогою для 5G і ця тенденція вже вирішується. У новій системі, не тільки безпека конфіденційних персональних даних, а й безпека від вставки неправдивої інформації в систему повинна бути забезпечена, з якомога простішими процедурами.

Надання високоякісного доступу до послуг

Існуючі технології стільникового широкосмугового доступу, такі як HSPA і LTE, будуть і далі розвиватися, і забезпечать основу нового стандарту мереж п'ятого покоління. Так, наприклад, повсюдно стануть доступними швидкості передачі даних на рівні сотень Мбіт/с. Забезпечення високої якості доступу до високошвидкісних мобільних сервісів стане можливим завдяки впровадженню технології інтелектуальних антен з великим числом керованих елементів, освоєнню нових діапазонів більш високого ступеня координування між базовими станціями. З'являться нові сценарії розгортання мереж. Так, все більше операторів будуть вдаватися до стратегії розгортання малих сот. Крім того, зміни відбудуться і в парадигмі комунікацій в бік все більшого впливу міжмашинної взаємодії.

Забезпечення надвисокої пропускної здатності мережі

Для того, щоб забезпечити обробку надвисокого обсягу користувацького трафіку і швидкості передачі даних, вимірювані в кілька Гбіт/с в конкретних

сценаріях передбачається впровадження надщільного розгортання мереж, базові станції в яких будуть використовувати дуже широку смугу пропускання у верхніх діапазонах частот за допомогою нових технологій радіодоступу. Надщільні мережі будуть складатися з малопотужних базових станцій, встановлюваних з набагато більшою високою щільністю в порівнянні з базовими станціями, існуючими сьогодні. У крайніх випадках, усередині приміщень базові станції будуть встановлюватися в кожній кімнаті, а поза приміщеннями вони розміщуватимуться по відношенню один до одного на відстані ліхтарних стовпів. З метою надійної підтримки гігабітних швидкостей, надщільні мережі повинні забезпечувати смугу пропускання не нижче декількох сотень мегагерц з можливістю розширення до декількох гігагерц.

Надщільні мережі будуть працювати головним чином в діапазоні 10-100 ГГц.

- Незважаючи на те, що досі залишається багато питань щодо використання таких частот для глобального розгортання, в тому числі щодо загасання сигналу при його проникненні в приміщення, такі частоти більш підходять для передачі даних на короткі відстані, властиві надщільним мережам.
- Високочастотні діапазони полегшують завдання забезпечення широкої смуги пропускання, необхідної для підтримки гігабітних швидкостей передачі даних.
- Надщільні мережі будуть включати в себе застосування передових мережевих рішень, наприклад, технології інтегрованих бездротових багатоканальних транспортних мереж Multi-hop і вдосконалених технологій координування роботи базових станцій.

Незважаючи на те, що надщільні мережі будуть працювати в іншому діапазоні і, скоріше за все, будуть засновані на нових технологіях радіодоступу, вони повинні бути добре інтегровані з уже побудованим рівнем стільникових мереж, при цьому користувач не повинен відчувати жодного дискомфорту при переміщенні із зони покриття надщільних мереж і назад.

Підтримка величезної кількості малопотужних M2M пристроїв

Заходи, спрямовані на розширення існуючих технологій (головним чином LTE) з метою підтримки величезної кількості підключених M2M пристроїв, вже розробляються в рамках стандартів 3GPP. Однак стандарти LTE не зможуть задовольнити найвищим вимогам деяких додатків. Тому необхідно впроваджувати альтернативні технології, наприклад, для підтримки пристроїв з украй високими обмеженнями по енергоспоживанню. Такі технології будуть повністю інтегровані в стільникові технології, що дозволить забезпечити користувачів можливістю безперервного доступу. Наприклад, капілярні мережі, що використовують альтернативні технології, будуть з'єднуватися з іншим світом за допомогою стільникових мереж.

Застосування проксимального зв'язку

У ситуаціях, коли користувачі знаходяться близько один від одного, і особливо, коли інформація специфічна для конкретного місця використання (безпека руху, державна безпека та охорона громадського порядку і загальні служби ближньої дії, коли користувач взаємодіє і обмінюється інформацією з

безпосереднім оточенням), має сенс організація обміну даними безпосередньо між пристроями по протоколу «пристрій-пристрій» (D2D), ніж за допомогою інфраструктури мережі. Під управлінням мережевим протоколом, D2D запропонує локальним службам надійність класу оператора стільникового зв'язку, так як мережа зможе управляти трафіком D2D в ліцензованому діапазоні. В рамках стандартів LTE вже робляться перші кроки до інтеграції D2D в мережеві комунікаційні технології. Крім того, D2D зможе послужити важливим компонентом для додатків NSPS, оскільки дозволяє використовувати локальний зв'язок навіть у разі пошкодження мережевої інфраструктури.

Забезпечення наднадійного зв'язку

У промислово зв'язку та соціальних службах, наприклад, при забезпеченні безпеки руху, у роботі електронної охорони здоров'я і в управлінні розумними містами, сучасні радіомережі не завжди можуть задовольнити вимоги до надійності. У деяких випадках, пов'язаних з використанням засобів зв'язку для інтелектуальних енергосистем або безпеки руху, вимоги до часу затримки, наприклад, можуть бути вище, ніж можуть запропонувати сучасні системи, тобто не більше декількох мілісекунд при наскрізній передачі даних.

Надійність в значній мірі залежить від архітектури і конфігурації мережі, а також достатньої кількості ресурсів для обробки пікових навантажень. Відносно інфраструктурного обладнання нового покоління, необхідно буде диференціювати різні види трафіку на рівні мережі і в першу чергу обробляти критично важливі. Значна складність полягає в поєднанні надмалих значень часу затримки і крайньої надійності. Для цього буде потрібно переглянути взаємодію елементів сьогодишніх систем мобільного широкосмугового доступу, які в основному націлені на пропускну здатність, покриття і швидкість передачі даних. З метою оптимізації мереж і забезпечення малих значень часу затримки слід змінити співвідношення між конструкцією керуючого каналу, кодуванням, адаптивною модуляцією і управлінням радіоресурсами. Там, де необхідно вкрай малий час затримки, наприклад, одна мілісекунда або нижче, потрібно буде впровадити нову технологію, що дозволяє забезпечити більш короткі тимчасові інтервали передачі даних.

Забезпечення енергоефективності та стійкості

Як було сказано вище, в майбутньому ще більш важливу роль буде грати енергоефективність, яка повинна стати головною метою при проектуванні всіх рішень 5G. Скорочення радіусу сот в цільних мережах, а також інтелектуальні можливості «сплячого» режиму базових станцій, мінімізація сигнального трафіку при виявленні мережі і синхронізації значно зменшать енергоспоживання в мережах 5-го покоління.

Освоєння нового частотного спектру

Технології 5G до 2020 і після зажадають значно більшого діапазону частот і більш широких несучих в цілях підтримки очікуваного приросту трафіку і ще більш високих швидкостей передачі даних; і це не рахуючи роботи, котрі вже ведуться з пошуку нових частотних діапазонів для сучасних систем LTE і HSPA. До 2020 р. і в наступний період будуть необхідні нові частотні спектри, як у вже використовуваних сьогодні, так і у верхніх діапазонах. Перше необхідно для поліпшення якості обслуговування на глобальному рівні, а друге

забезпечить більш широкі смуги для надвисокої якості обслуговування в конкретних ситуаціях.

Виходячи з цього, можна виділити основні вимоги до транспортної мережі з введенням 5G [3]:

- забезпечення гладкого переходу між сотами, рівнями і технологіями радіодоступу;
- впровадження нових систем мобільного зв'язку і підтримку наявних;
- наявність ефективних засобів управління трафіком і забезпечення якості обслуговування;
- надання зручних засобів технічного обслуговування і експлуатації;
- забезпечення підтримки будь-якого зв'язку (не тільки висхідних ліній зв'язку або низхідних ліній зв'язку, але і пристрою до пристрою і вузла до вузла)
- мережі 5G повинні бути програмованими, з керуванням та управлінням програмним забезпеченням інтегрованим способом
- «економічний» підхід до управління мережею для зниження сигнального трафіку і пов'язаних з ним накладних витрат;
- гнучке підключення до мережі, коли пристрої виконують не тільки термінальні, а й інфраструктурні функції;
- локалізація контенту для зниження навантаження, затримок і можливості агрегування трафіку;
- впровадження нових підходів до використання частотного ресурсу.

Основні вимоги, що пред'являються користувачами до мереж стільникового широкосмугового доступу (СШСД), перш за все, стосуються продуктивності. Розвиток сучасних мереж прагне до того, щоб в майбутньому доступ до даних здійснювався миттєво, а надання послуг відбувалося без затримок і не переривалося через ненадійний зв'язок. Роль СШСД для суспільства і бізнесу неухильно зростає і, найчастіше, надійний зв'язок може стати питанням життя і смерті, особливо якщо мова йде про забезпечення надійного підключення для роботи медичних та рятувальних служб.

Список літератури

4. Технологии мобильной связи пятого поколения (5G). Аналитический доклад – Ericsson, 2013.
5. Shakil Akhtar 2G-5G Networks: Evolution of Technologies, Standards, and Deployment.- 2010.
6. 5G Use Cases and Requirements. White paper – Nokia Networks.

Оцінка ефективності сучасних стільникових мереж

В даній роботі розглянуто метод вибору показників якості та ефективності функціонування стільникових мереж з метою забезпечення високого рівня QoS. Аналіз сучасних інформаційних технологій показав необхідність покращення існуючих та запровадження нових технологій на території України. Тому, у зв'язку з розширенням існуючих нині послуг, необхідно забезпечити високу надійність якості надання цих послуг. З цією метою було створено метод оцінки QoS, який базується на розробленій класифікації послуг та показників якості, які їм відповідають.

Побудова інформаційного суспільства в Україні є одним з найактуальніших завдань сьогодення. Велике значення при цьому відіграє впровадження перспективних інформаційних технологій та методів автоматизації. В Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні до пріоритетів формування сучасної інформаційної інфраструктури країни віднесено створення високо-швидкісних мереж широкопasmового мобільного доступу до Інтернет на всій території України [1]. Йдеться про широкопasmовий доступ на базі використання технологій мобільного зв'язку третього і четвертого покоління 3G і 4G (від англ. Generation – покоління). На вирішення питань щодо впровадження 4G технологій на території України спрямовано реалізацію національного проекту “Відкритий світ” [2], яким передбачається створення інформаційно-комунікаційної освітньої мережі національного рівня на базі технологій радіозв'язку четвертого покоління. Отже, виходячи з вищесказаного, можна сказати, що розвиток інфраструктури широкопasmового доступу до Інтернет на всій території України на базі створення високошвидкісних мереж четвертого покоління є задачею актуальною та перспективною.

Оцінці якості обслуговування мереж LTE, наприклад, присвячено наступні праці [3, 4], в яких досліджується вплив показників якості обслуговування на швидкість передавання даних, зменшення імовірності бітової помилки тощо. Проте питанням розробки систем контролю ключових показників якості обслуговування та продуктивності мережі у вітчизняній літературі присвячено дуже мало уваги.

Для розробки системи контролю якості скористуємося методикою, яка заснована на використанні ключових показників ефективності та якості.

Показники якості KQI, не завжди є об'єктивними, оскільки базуються на особистих враженнях користувача мережі. Для реалізації методики QoS яка базується на визначенні індикаторів якості KQI/KPI необхідно спочатку визначити умови використання послуг. На кожному етапі перевіряється відповідне значення індикаторів, які більш точно оцінюють конкретну послугу. Для ефективної роботи QoS, доцільно використовувати індикатори з

акцентом на скарги користувачів, щоб визначити, основні проблеми функціонування мережі.

Розглянувши типи KPI/KQI які можуть використовуватись для всіх типів послуг, тобто: голосовий телефонний зв'язок (і послуги в діапазоні тональних частот, передача даних і SMS), послуги рухомого зв'язку, доступ до мережі інтернет, служба мультимедійних повідомлень (mms), video streaming, голосова пошта, тарифікація, ідентифікація засвідчення справжності, авторизація, шифрування, для всіх послуг, можна використати норми показників якості для голосових послуг (табл. 1) та послуг передачі даних (табл. 2).

Таблиця 1

Норми показників якості для голосових послуг

Показник якості	Нормальний рівень	Високий рівень
Покриття поза будівлями	85%	95%
Покриття всередині будівель	70%	80%
Частка викликів, що закінчилися роз'єднанням встановленого з'єднання не з ініціативи абонента	5%	2%
Частка неуспішних викликів	5%	3%
Час встановлення з'єднання	10 с.	5с.

Таблиця 2

Норми показників якості для послуг передачі даних

Показник якості	Нормальний рівень	Високий рівень
Частка неуспішних спроб встановлення з'єднання	6%	4%
Час встановлення з'єднання для передачі даних	1 с	0.6 с
Швидкість передачі даних на лінії вниз, від мережі до абонентського терміналу	80 кбіт / с	120 кбіт / с
Швидкість передачі даних на лінії вгору, від абонентського терміналу до мережі	20 кбіт / с	40 кбіт / с

Відповідно до аналізу послуг та класифікації представленої вище, розроблено алгоритм проведення оцінки якості надання отриманих послуг.

Перший етап. Визначаємо для якої наданої послуги необхідно провести аналіз якості. В залежності від того, яка послуга надається, обирають різні показники для контролю цих послуг, крім того різні послуги мають різні граничні допустимі значення, відповідних метрик KQI/KPI. Тому виокремлюємо 3 основні групи: послуги передачі даних, послуги голосового та відео викликів та сервісні послуги, які надаються оператором зв'язку.

Другий етап. Незалежно від того, які послуги надаються, наступним етапом обираємо ключові показники якості та ефективності, приведені вище, які ми будемо оцінювати.

Третій етап. Поводимо оцінку для цих показників, за наведеними формулами.

Четвертий етап. Отримані значення порівнюємо з гранично допустимими (таблиці №1 та №2), можливими для забезпечення нормального функціонування мережі. Якщо ці значення перевищують допустимі, необхідно провести аналіз пристроїв які функціонують в стільниковій мережі та виявити причини невідповідності отриманих значень .

Висновки. Отже, даний аналіз показує основні відмінності використання показників якості, що дає змогу доцільно використовувати ті чи інші показники якості в різних випадках. Ці показники відповідають за забезпечення постійного контролю якості в стільникових мережах, забезпечують швидку реакцію на поломки та надають можливість створювати системи автоматизованого контролю послуг.

З прикладу приведеного вище, який повністю відображає процес контролю якості наданих послуг, очевидно що даний метод є легким в реалізації. На сьогоднішній день користувачі стільникових мереж зв'язку не задоволені на 100% послугами які надаються, це говорить про те, що мобільні оператори мають звернути увагу не лише на розширення існуючих послуг, але й на підтримання високого рівня нині існуючих послуг. Метод, розглянутий в даній статі, може розглядатись як основний для забезпечення контролю QoS в стільникових мережах зв'язку.

Список літератури

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 386-р від 15 травня 2013 р. «Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні» - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/386-2013-%D1%80>
2. Про проект - Відкритий світ – Режим доступу: <http://www.educom.ua/uk-ua/about/>
3. Klymash M.M. Improving Throughput Using Channel Quality Indicator in LTE Technology / M.M. Klymash, Haider Abbas Al-Zayadi, O.A. Lavriv // Наукові праці ДонНТУ. – Серія: обчислювальна техніка та автоматизація. – 2014. – №1 (26)'2014. – С. 134-143.
4. Al-Shuraifi Mushtaq. How to Improve Bit Error Rate and Throughput by Resource Management and Affect it on Quality of Service and Modulation and Coding Schemes in Resource Block for LTE / Al-Shuraifi Mushtaq, Mikhail Reznikov, Al-Zayadi Haider // Електроніка та зв'язок. – № 3. – 2014. – С. 112-118. (Index Copernicus, Ulrich's Web, ResearchBib, Journals4Free, РИНЦ).

Цифрове мовлення з використанням стеганографічних систем у мережі авіаційного електрозв'язку

Представлено концепцію способу і пристроїв системи цифрового мовлення з можливістю стеганографічного обміну інформацією.

Постановка проблеми. Необхідно провести пошук шляхів оптимізації цифрового мовлення (ЦМ), що дозволили би, не погіршуючи техніко-економічні переваги від його використання (спектральна ефективність, якість відтворення, кількість послуг), організувати стійку і невідчутну стеганографічну обробку контенту супутникових і бортових мереж ЦМ в *ATN (Aeronautical Telecommunication Network)* та *IFE (In-Flight Entertainment)*.

Аналіз досліджень і публікацій. Відомі способи ЦМ у складі *ATN/IFE* (зокрема, *DVB-S/S2*) засновані на механізмах кодування аудіо- і відеосигналів за відомими стандартами сімейства *MPEG* [1]. Сигнали від декількох джерел програм перетворюються на стиснені з втратами цифрові потоки, що потім об'єднуються з сигналом додаткової інформації (ДІ), — зокрема, сервісної (СІ) і конфіденційної (КІ), — у цифровий потік (ансамбль), трансльований в окремій смузі частот. У межах загальної і незмінної бітової швидкості передавання ансамблю, утворюючим його програмам можуть відповідати різні швидкості. Кількість програм в ансамблі впливає на характеристики ЦМ неоднозначно [2]: їх збільшення веде до зросту спектральної ефективності, але якість відтворення контенту може стати гіршою, аніж при аналоговому мовленні; спроба ж підвищити якість збільшенням бітової швидкості трансляції веде до неефективного використання РЧР. Низька якість прийому при ЦМ зумовлена слабким згортковим кодуванням, а введення додаткової надмірності веде до погіршення якості або до зменшення спектральної ефективності: за сталої загальної бітової швидкості ансамблю треба або знижувати індивідуальну швидкість передавання потоків, або зменшувати кількість трансльованих в ансамблі програм. Розширення переліку і форм подання ДІ викликає необхідність створення для неї каналу з пропускнуою здатністю (ПЗ), що стає порівнянною або більшою за ПЗ каналу окремої програми. Це теж веде до надмірного використання РЧР або до погіршення якості відтворення. Огляд структурних одиниць відомих систем ЦМ [1, 2] вказує на можливість модифікації механізмів транспортування: завдяки резервуванню груп, полів і міток при його організації. Разом з тим, базовими стандартами стиснення передбачено, що будь-який кодер, здатний створити коректно стиснений цифровий потік, може вважатися кодером *MPEG* [1].

Проблеми забезпечення дієвого захисту авторських прав і прав інтелектуальної власності, оперативного контролю доступу до сучасного мультимедійного контенту, СІ і КІ, шляхом застосування відомих стеганографічних алгоритмів (СА) і перетворень, розкрито у [3].

Постановка завдання. Метою роботи є представлення концепції апаратно-програмного забезпечення процесів вбудовування, передавання і захисту ДІ в мережі ЦМ у рамках взаємопов'язаних факторів обмеження грошового і радіочастотного ресурсів, задоволення вимог формування і надання великої кількості нових послуг — як основи оптимізації систем перспективних радіомовних технологій з урахуванням специфіки їх практичного застосування, шляхом введення до складу транспортних механізмів ЦМ довільних СА.

Результати дослідження. Потенційні сфери використання стеганографічних систем (СС) в якості структурного компонента *MPEG*-кодека системи ЦМ представлено на рис. 1а. Зокрема, при створенні стеганоканалу передавання даних (СКПД) ДІ на основі потоків трансльованих аудіопрограм, ключову роль відіграє модифікація механізму стиснення аудіосигналу. Використання психоакустичної моделі (ПАМ) у парі з динамічним розподілом бітів (ДРБ) при кодуванні вхідного ІКМ-сигналу має наслідком диференціацію субсмугових відділів за кількістю кроків квантування і кінцеве зашумлення первинного сигналу, що порушує кореляційний зв'язок між найменшими значущими бітами (НЗБ) кодових комбінацій (КК) відділів. Відомо [1], що у полі даних *MPEG*-кадру найнижчу чутливість до помилок має вміст субсмугових відділів, причому спотворення 3-х НЗБ їх КК відноситься стандартом до нечутного. На основі аналізу СС як елемента системи цифрового стеганографічного мовлення (ЦСМ) з позицій теорії зв'язку (рис. 1б) запропоновано спосіб її введення до

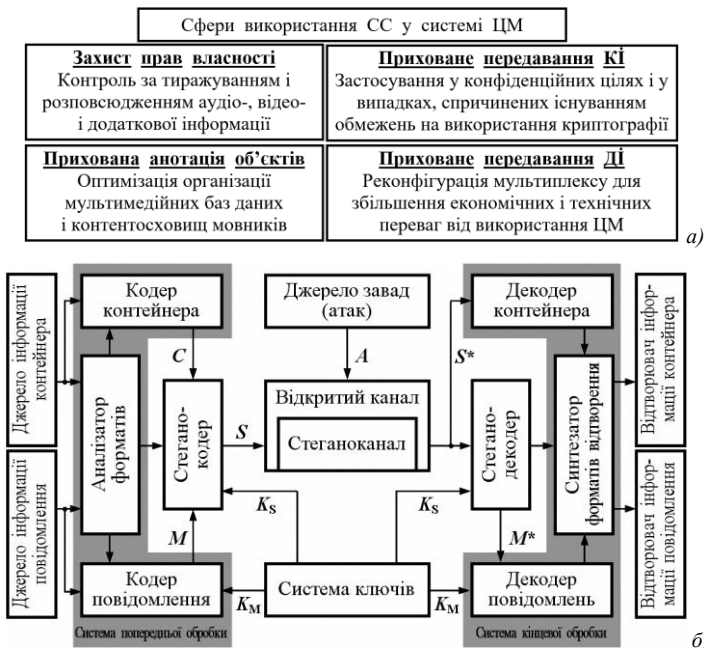


Рис. 1. Сфери використання (а) й узагальнена структурна схема (б) СС у ЦМ

складу *MPEG*-кодека модифікацією стандартних контроллера кодека і блоку кодека відліків передавача і приймача до рівня можливості реалізації відомих СА (рис. 2). У ролі контейнера пропонується обрати один чи декілька *MPEG*-стиснутих потоків програм з ансамблю. При цьому стеганокодек у складі *MPEG*-кодека ЦСМ складається з систем аудіостеганокодування (САСК) і декодування (САСДК) [4].

На схемі рис. 2а джерело аудіоінформації (ДАІ) видає дані для передавання системою ЦСМ на вхід аналізатора форматів (АФ) і аудіокодера (АК) з АЦП. АФ досліджує сліди застосування відомих операцій з цифрової обробки (ЦО), порівнюючи заголовки аудіоданих з наявними у банку даних форматів (БДФ) і видаючи на вхід АК сигнали про необхідність перекодування. Вбудовувана ДІ з виходів джерел текстової і графічної інформації (ДТІ/ДГІ) вводиться до САСК після надання їй підтримуваного формату у системі попередньої обробки (СПО). Крім форматування може бути проведене криптографічне, компресійне чи завадостійке кодування. ІКМ-потік надходить до банку фільтрів аналізу (БФА) і блоку ПАМ САСК. БФА ділить потік на субсмуги відліків, для груп яких визначаються індекси масштабних коефіцієнтів (ІМК) та інформація про вибір МК (ІВМК). ПАМ задає якість реалізації стиснення і виконує аналіз кодованих аудіоданих, за результатами чого блок ДРБ зумовлює розрядність кодування субсмугових відліків. Дані про ІМК, ІВМК і ДРБ обробляються у кодері допоміжної інформації (КДІ). Потік з виходу блоку нормування і квантування субсмугових відліків (БНКВ) надходить на блок стеганокодування субсмугових відліків (БСКВ) і використовується як контейнер. БСКВ, застосовуючи один з відомих СА [3], виконує вбудовування даних з КТД, КГД і СПО іншої ДІ до потоку субсмугових відліків. Роботою БСКВ керує контроллер аудіостеганокодування (КАСК), який обирає СА з множини можливих, оптимізує процес вбудовування, керує процедурами ключового захисту стеганошляху тощо. КАСК усіх аудіопрограм працюють у комплексі, а їх роботою керує багатоканальний контроллер стандартної схеми ЦМ. Потік заповнених контейнерів з БСКВ, інформація з КДІ, дані про формати вбудованих повідомлень і керувальні сигнали КАСК надходять на формувач аудіостеганокадрів (ФАСК). На виході САСК після мультиплексування потоків усіх субсмугових і даних управління формується потік кадрів ЦСМ, який подається на вхід стандартної системи авторизації доступу і згорткового кодування ЦМ.

На схемі рис. 2б потік аудіопрограми з вбудованою ДІ надходить на розщеплювач аудіостеганокадрів (РАСК) для розділення потоків відліків, допоміжної інформації компресії, форматів і сигналів керування. Стиснуті аудіодані надходять на блоки стеганографічного декодування (БСДКВ) і реквантування (БРВ) відліків. БСДКВ видобуває вбудовану ДІ з урахуванням даних про види і параметри СА, криптографічного захисту, а також виділених у декодері допоміжної інформації (ДКДІ) даних про ДРБ, ІМК та ІВМК, які подаються на контроллер аудіостеганодекодування (КАСДК). Видобута ДІ надходить на декодери текстових і графічних даних (ДКТД, ДКГД) системи кінцевої обробки (СКО), які за допомогою синтезатора форматів відтворення (СФВ) і БДФ формують сигнали для відтворювачів текстової і графічної інформації (ВТІ, ВГІ). Також можуть проводитися криптографічне і/або

завадостійке декодування. Реквантовані у БРВ відліки проходять через банк фільтрів синтезу (БФС), утворюючи відновлені ІКМ-відліки, придатні для ЦАП і відтворення аудіоінформації (ВАІ).

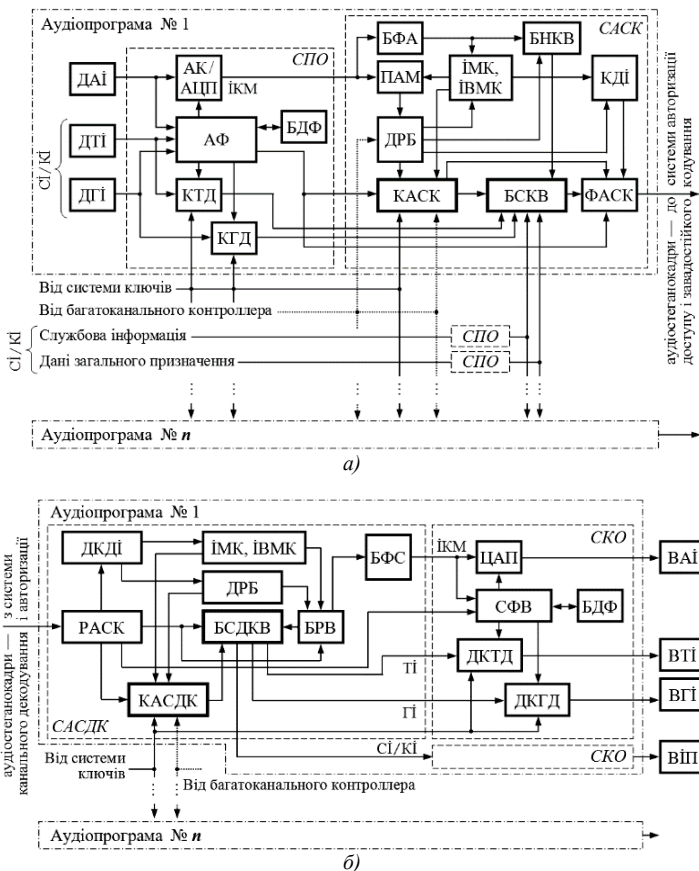


Рис. 2. Структурна схема СС окремої програми передавача (а) і приймача (б) ЦСМ

Висновки. При наданні мультимедійних послуг супутниковими і бортовими мережами цифрового мовлення, запропонована концепція модифікації останніх відомими стегаграфічними методами [5] дозволить виключити зі складу системи ЦМ відкритий канал передавання ДІ, зробивши його стегаграфічно прихованим в основному контенті. Це дозволить: підвищити спектральну ефективність через трансляцію більшої кількості програм у незмінному частотному діапазоні; покращити якість відтворення існуючих програм; збільшити потужність завадостійкого кодування; організувати конфіденційні канали обміну інформацією тощо.

Список літератури

1. Watkinson J. The MPEG Handbook / John Watkinson. — [2nd ed.]. — Focal Press, 2013. — 435 p.
2. Мамаев Н. С. Системы цифрового телевидения и радиовещания / Н. С. Мамаев, Ю. Н. Мамаев, Б. Г. Теряев. — М. : ГЛ-Телеком, 2006. — 255 с.
3. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. — К. : МК-Пресс, 2006. — 288 с.
4. Пат. 89054 UA, МПК Н 04 J 4/00. Спосіб цифрового радіомовлення з передаванням сервісної інформації стеганографічним каналом передавання даних, створеним на основі аудіоінформації радіопрограм, що транслюються, і пристрій для його реалізації / Бабак В. П., Конахович Г. Ф., Пузыренко О. Ю.; власник Нац. авіац. ун-т. — № а 2007 02490; заявл. 06.03.2007; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24.
5. Пузыренко О. Ю. Класифікація методів стеганографічного приховання повідомлень додаткової інформації у системі цифрового звукового мовлення / О. Пузыренко, О. Шевченко // Захист інформації: Зб. наук. пр. — К. : НАУ, 2010. — Вип. 17. — С. 57-62.

В.В. Пунейко, З.Н. Кудиненко,
В.І. Близнюк, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна)

Марківські випадкові процеси в задачах комп'ютерного моделювання злому та несправності телекомунікаційних систем

Марківські процеси можуть бути використані для аналізу телекомунікаційних систем на предмет комп'ютерного моделювання зломів. Ці випадкові процеси підходять для моделювання ймовірностей переходу системи з одного стану в інший з урахуванням зміни функціонування їх робочих вузлів. Моделювання використовується для того, щоб проімітувати злом телекомунікаційних систем зловмисниками.

Дуже зручно описувати появу випадкових подій у вигляді ймовірностей переходів з одного стану системи в інше, так як при цьому вважається, що, перейшовши в один зі станів, система не повинна далі враховувати обставини того, як вона потрапила в цей стан. З огляду на це, було прийнято рішення використовувати модель марківського процесу в задачах комп'ютерного моделювання злому та несправності телекомунікаційних систем.

Випадковий процес називається *марківським процесом* або *процесом без післядії*, якщо для кожного моменту часу t ймовірність будь-якого стану системи в майбутньому залежить тільки від її теперішнього стану і не залежить від того, як система прийшла в цей стан.

Модель марківського процесу з дискретним часом - граф, в якому стани (вершини) пов'язані між собою зв'язками (переходами з i -го стану в j -й стан) зображена на рис. 1.

Кожен перехід характеризується ймовірністю переходу P_{ij} , яка показує, як часто після попадання в i -й стан потім здійснюється перехід в j -й стан. Щоб визначити, в який новий стан перейде процес з поточного i -го стану, досить розбити інтервал $[0; 1]$ на підінтервали величиною $P_{i1}, P_{i2}, P_{i3}, \dots$ ($P_{i1} + P_{i2} + P_{i3} + \dots = 1$), див. рис. 2. Далі за допомогою генератора випадкових чисел (ГВЧ) треба отримати чергове рівномірно розподілене в інтервалі $[0; 1]$ випадкове число r_{pp} і визначити, в який з інтервалів воно потрапляє.

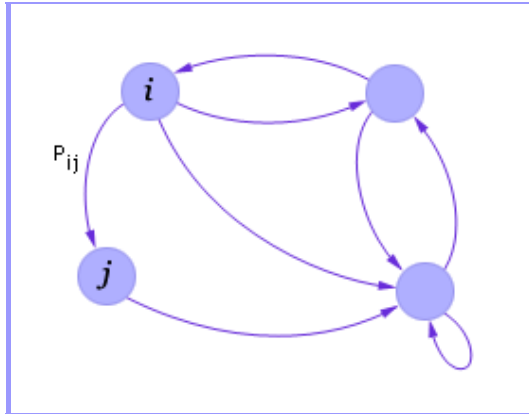


Рис. 1. Приклад графа переходів

Після цього здійснюється перехід в стан, визначений ГВЧ, і повтор описаної процедури для нового стану. Результатом роботи моделі є марківський ланцюг.

Розглянемо моделювання злому телекомунікаційної системи злоумисником. Для того, щоб проімітувати злом телекомунікаційної системи злоумисником, побудуємо модель марківського випадкового процесу.

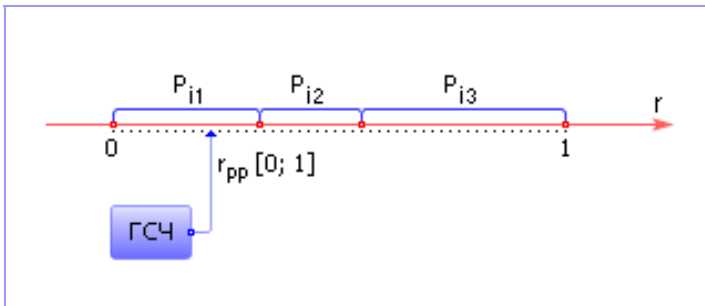


Рис. 2. Процес моделювання переходу з i -го стану марківського ланцюга в j -й з використанням ГВЧ

Визначимо наступні три стани: S_0 - злом не здійснений; S_1 - система пошкоджена; S_2 - система зруйнована. Задамо вектор початкових ймовірностей:

	0	1	2
0	.8	.2	

Значення P_0 для кожного зі станів показує, якою є ймовірність кожного зі станів системи до злому.

Задамо матрицю переходу станів (див. табл. 1).

Таблиця 1.

Матриця ймовірностей переходу дискретного марківського процесу

	в S_0	в S_1	в S_2	Сума вероятностей переходів
Из S_0	0.45	0.40	0.15	$0.45 + 0.40 + 0.15 = 1$
Из S_1	0	0.45	0.55	$0 + 0.45 + 0.55 = 1$
Из S_2	0	0	1	$0 + 0 + 1 = 1$

Матриця задає ймовірність переходу з кожного стану в кожне. Зауважимо, що ймовірності задані так, що сума ймовірностей переходу з деякого стану в інші завжди дорівнює одиниці (система повинна обов'язково кудись перейти).

Наочно модель марківського процесу можна уявити собі у вигляді наступного графа (див. рис. 3.).

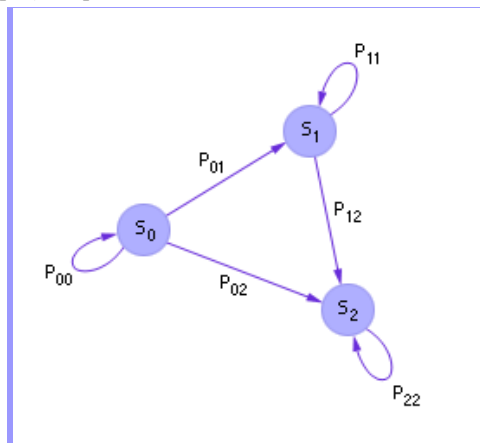


Рис. 3. Граф марківського процесу, моделюючий злом телекомунікаційної системи

Розглянемо моделювання несправності телекомунікаційної системи. Система представляє собою телекомунікаційний пристрій, що складається з m вузлів, $m = 3$ і час від часу в моменти t_1, t_2, \dots, t_k підпадає під профілактичний огляд і ремонт. Після кожного кроку (моменти огляду і ремонту) система може опинитися в одному із наступних станів:

- **x1** – всі вузли справні;
- **x2** – один вузол замінений новим, інші справні;
- **x3** – два вузли замінені новими, інші справні;

- **x4** – всі три вузли замінені новими.

Розглядаючи стани системи як марківський ланцюг, слід визначити ймовірності станів після трьох кроків, тобто

$$P_j(3) = ? \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

У початковий момент часу всі вузли справні. Матриця переходу має вигляд:

$$\pi = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \pi_{13} & \pi_{14} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \pi_{23} & \pi_{24} \\ \pi_{31} & \pi_{32} & \pi_{33} & \pi_{34} \\ \pi_{41} & \pi_{42} & \pi_{43} & \pi_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.3 \\ 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

найти

$$P_3 = [P_1(3) \quad P_2(3) \quad P_3(3) \quad P_4(3)].$$

Визначимо матрицю P_0 :

$$P_0 = [P_1(0) \quad P_2(0) \quad P_3(0) \quad P_4(0)]$$

Так як у початковий момент часу система знаходиться у стані x_1 ,

то:

$$P_0 = [1 \quad 0 \quad 0 \quad 0].$$

Маємо:

$$P_1 = P_0 \pi = [0.1 \quad 0.3 \quad 0.3 \quad 0.3]$$

$$P_2 = P_1 \pi = [0.1 \quad 0.3 \quad 0.3 \quad 0.3] * \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.3 \\ 0 & 0.4 & 0.4 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_2 = [P_1(2) \quad P_2(2) \quad P_3(2) \quad P_4(2)] = [0.01 \quad 0.15 \quad 0.3 \quad 0.54];$$

$$P_3 = P_2 * \pi = [P_1(3) \quad P_2(3) \quad P_3(3) \quad P_4(3)] = \\ = [0.001 \quad 0.063 \quad 0.213 \quad 0.723].$$

Висновки

В даній науковій роботі проаналізовано метод опису появи випадкових подій та їх зміни за марківськими випадковими процесами, враховуючи усі ймовірності переходів з одного стану системи в інший. При переході вважається, що система не повинна надалі враховувати обставини того, як вона потрапила в даний стан. Таким чином, модель марківського процесу використовується в задачах комп'ютерного моделювання несправностей та злому телекомунікаційних систем, що підтверджується експериментально-дослідними результатами.

Список літератури

1. Афонин, В.В., Федосин, С.А. Моделирование систем. Учебно-практическое пособие. [Интернет]. Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010. – 231 с.
2. Казиев В.М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем. <http://www.intuit.ru>, 2010.
3. Прохорова, О.В. Моделирование процессов и систем. [Учебник]. Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012.

Є.П. Яременко, В.М. Моторний,
О.П. Ткаліч, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Класифікація типів шифрування для бездротових систем зв'язку

Для того щоб забезпечити надійність захисту інформації в бездротових мережах існує декілька видів шифрування. Але в даний час не має такого типу шифрування який би не мав недоліків. Тому кожен тип використовується в певній галузі або системі.

Для того щоб забезпечити надійність захисту інформації в бездротових мережах існує декілька видів шифрування. Але в даний час не має такого типу шифрування який би не мав недоліків. Тому кожен тип використовується в певній галузі або системі.

Метою робити є дослідження різних типів шифрування в різних галузях, визначення їхніх характеристик, переваг та недоліків. Також дослідження криптостійкості шифрувань. До основних методів шифрування можна віднести WEP, TKIP та AES.

WEP-шифрування (Wired Equivalent Privacy). Аналог шифрування трафіку в провідних мережах. Використовується симетричний потоковий шифр RC4 (англ. Rivest Cipher 4), який досить швидко функціонує. На сьогоднішній день WEP і RC4 не рахуються криптостійкість. Є два основні протоколи WEP:

- 40-бітний WEP (довжина ключа 64 біта, 24 з яких - це вектор ініціалізації, який передається відкритим текстом);
- 104-бітний WEP (довжина ключа 128 біт, 24 з яких - це теж вектор ініціалізації); Вектор ініціалізації використовується алгоритмом RC4. Збільшення довжини ключа не призводить до збільшення надійності алгоритму.

Основні недоліки:

- використання для шифрування безпосередньо пароля, введеного користувачем;
- недостатня довжина ключа шифрування;
- використання функції CRC32 для контролю цілісності пакетів;
- повторне використання векторів ініціалізації та ін.

TKIP-шифрування (Temporal Key Integrity Protocol). Використовується той же симетричний потоковий шифр RC4, але є більш криптостійкий. Вектор ініціалізації становить 48 біт. Враховано основні атаки на WEP. Використовується протокол Message Integrity Check для перевірки цілісності повідомлень, який блокує станцію на 60 секунд, якщо були послані протягом 60 секунд два повідомлення не пройшли перевірку цілісності. З урахуванням всіх доопрацювань і удосконалень TKIP все одно не вважається криптостійким.

СКІР-шифрування (Cisco Key Integrity Protocol). Має схожості з протоколом TKIP. Створено компанією Cisco. Використовується протокол СМІС (англ. Cisco Message Integrity Check) для перевірки цілісності повідомлень.

WPA-шифрування. Замість уразливого RC4, використовується криптостійкий алгоритм шифрування AES (Advanced Encryption Standard). Можливе використання EAP (англ. Extensible Authentication Protocol, розширюваний протокол аутентифікації). Є два режими:

- Pre-Shared Key (WPA-PSK) - кожен вузол вводить пароль для доступу до мережі;
- Enterprise - перевірка здійснюється серверами RADIUS;

WPA2-шифрування (IEEE 802.11i). Прийнято в 2004 році, з 2006 року WPA2 повинна підтримувати всі випускається Wi-Fi обладнання. У даному протоколі застосовується RSN (англ. Robust Security Network, мережа з підвищеною безпекою). Спочатку в WPA2 використовується протокол CCMP (англ. Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol, протокол блочного шифрування з кодом автентичності повідомлення і режимом зчеплення блоків і лічильника). Основою є алгоритм AES. Для сумісності зі старим обладнанням є підтримка TKIP і EAP (Extensible Authentication Protocol) з деякими його доповненнями. Як і в WPA є два режими роботи: Pre-Shared Key і Enterprise.

WPA і WPA2 мають такі переваги:

- ключі шифрування генеруються під час з'єднання, а не розподіляються статично.
- для контролю цілісності переданих повідомлень використовується алгоритм Michael.
- використовується вектор ініціалізації істотно більшої довжини.

На практиці криптостійкість кожного типу шифрування ми перевіряли за допомогою роутера D-link та програми злому AirSlax 5 pro. Ця програма включає в себе всі можливі алгоритми підбору паролю, такі як: brute force aircrack, hashcat та інші.

Таким чином після дослідження ми визначили який тип шифрування доцільніше використовувати в певній структурі, з урахуванням рівня небезпек, трафіків та затримок в мережі. Для захисту домашньої мережі або невеликого офісу краще використовувати WPA2-PSK, компанії (більше 30 абонентів) – WPA2- Enterprise. Концепція може змінюватись в залежності від плану приміщення, та захисту зовнішнього периметру.

Список літератури

1. Защита информации в телекоммуникационных системах
Г.Ф. Конахович, В.П. Климчук, С.М. Паук, В.Г. Потапов
2. Нечаев М. Правовые и организационные основы комплексных систем защиты информации // Корпоративные системы. – 2008. – №2. – С.54-57.
3. Подробнее информация о протоколах аутентификации WPA приведена в статье «Защита беспроводных сетей, WPA: теория и практика» на сайте IXBT.

*O.V. Zuiev, PhD., assoc. prof., A.O. Gumenna,
(National Aviation University, Ukraine)*

Communication aids maintenance systems modernization

The modern Communication Aids are analyzed. Let's proposed recommendations about possible variants of those aids operation systems modernization. Problems of the technical state control veracity increasing were investigated. Necessity of adaptive operation systems usage is grounded.

The analysis of theoretical results [1,2] and the modern communication aids (CA) operation practice, testify the necessity of broad information technologies application for operation data processing relatively to these aids further operation system (OS) modernization. Control devices of the modern CA allow to receive large volume of data about their technical state (TS), but algorithms of these data processing are uncertain. This fact leads to optimization opportunities restriction of the CA operation processes. The real operation conditions of the concrete aids are also considered noncompletely. So, the informational technologies for the analyses of the operation processes practically aren't used, that doesn't allow purposefully and effectively improve OS.

The structure of OS may be based on the implementation of systemal and processual approaches. These processes must be implemented in controlled conditions, which provides the regulation realization of separate means parameters and components of their OS. Such operation strategy is being an adaptive approach to control of operation processes. It's necessary to implement the next steps, with purpose to realize the adaptive operation: to determine the main factors, which is preferably to take into account for the adaptive exploitation realization; to determine the main ES functions of CNS aids; to justify the basic actions and operations, which is necessary to implement during the exploitation (control, regulation etc.); to analyze schemes of informational interaction of separate elements of ES; to consider the probable variants of efficiency estimation in case of adaptive exploitation usage.

The providing of remote control, control of parameters and diagnostic of separate blocks are the main features of new CA. For the realization of those functions, new CA has software complexes. As general, they provide: continuous control of equipment's operation modes, control of basic parameters' state, parameter display in real time or in retrospective on the computer monitor, possibility of install and regulation of basic parameters, possibility of emergency threshold install for the tolerance control equipment, implementation of technical state control procedure; control of current time, date, time of operation; latching and registration of changes and its reasons, which are caused it.

The analysis of publications shows that due to widespread use of CA attracted the attention of researchers and developers [3,4]. Main tasks in this case are: development and improvement of communication equipment with functional capabilities optimization; operation processes efficiency increasing in terms of resource costs optimization; control processes veracity increasing.

The operation system includes an aggregate of products, operation devices, executors and documentation, which makes the rules of their interoperation for the fulfilment of exploitation tasks. The basic OS functions of CA are: organization, coordination and control of objects and CA technical operation; carrying out of organizational-technical measures about modernization, support of operation readiness and life extension of CA; planning, organization, coordination and control of operations for a certification of CA elements and aviation telecommunication; planning, coordination and control of CA tests; organization and control of operations for CA services specialists skills upgrading ; improvement and implementation of new operation organization methods, including on the base of modern OS usage.

Nowadays there is a gradual changing of old CA on the new ones. The providing of remote control, control of parameters and diagnostic of separate blocks are the main features of new CA. For the realization of those functions, new CA have software complexes. As general, they provide: continuous control of equipment's operation modes, control of basic parameters' state, parameter display in real time or in retrospective on the computer monitor, possibility of install and regulation of basic parameters, possibility of emergency threshold install for the tolerance control equipment, implementation of technical state control procedure; control of current time, date, time of operation; latching and registration of changes and its reasons, which are caused it. Operation system of CA performs the functions, connected with a control influences about functioning efficiency increasing of this means in the part of providing the necessary levels of reliability indexes. Solving of tasks of creation, the new and modernization of old OS can be realized using the theory of project decisions: sufficient efficiency, optimization and adaptability.

Availability of additional details reception about the functional conditions of the system due to the current information usage is being a distinguishing feature of adaptive OS. With the help of adaptive ES can be achieved the next advantages: to have a high flexibility, which allow to change the own parameters; to have a high mobility during the control and regulatory decisions acceptance; to be adequate forward to the current situation; to take into account the requirements of the personnel qualification level; to take into account risks, connected with the probable retuning; to take into account factors, connected with the surrounding environment characteristics and so on. It is necessary to solve the separate optimization problems during the adaptive exploitation systems projecting: control of CA TS; regulation of CA determinative parameters via control actions realization; prevention changing of CA blocks, knots and elements.

Control of TS is considered as process of receiving and data processing, which sets the correspondence of CA state to the set requirements and provides the decisions making. During the TS control can be detected some elements of CA, the state of which can result in failure of total means. Regulation operations, tuning and changing of element can help to prevent the failures. Regulation is based in controlling influences (CI) realization on the determinative parameters (DP) of CA on the base of received information about their technical state. Control actions are useful to use when determinative parameters achieve the boundaries of preventive tolerances. The aim of CI realization is a bringing together of DP regulated values, which are controlled up to the nominal values [3].

The technical state of many modern CNS is determined three-alternatively [4]: Up State (US), State of Deterioration (SD), Down State (DS). If the DP of the CA has got out of bounds of exploitation tolerances, so according to the results of TS control, forms a decision about deterioration and implements some CI with the purpose to timely failures prevention. If control shows, that DP of CA is absent or out of the bounds, so the CA is in down state and it's necessary to replace the failed element. Let's imagine the model of decision making and CI realization in the process of CA like a graph [3,4]:

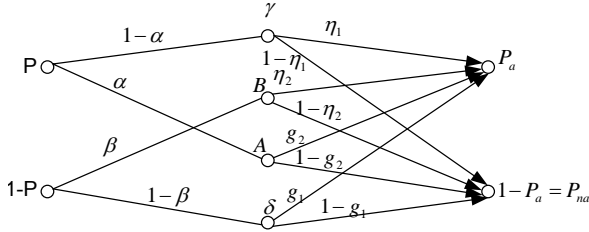


Fig. 1. Probabilistic graph of control and adjusting operations

where P_a – probability that parameter is at the area of availability as a result of adjustment; $(1-P_a)$ – probability that parameter is at the area of non-availability as a result of adjustment; $(1-\eta_1)$ – conditional probability of parametric failure (objectively small); η_2 – probability of parameter self-restorability (small); g_1, g_2 – probability of qualitative adjustment; $(1-g_1), (1-g_2)$ – probability of non-qualitative adjustment.

Situations which can arise in the decision-making process and the CI realization is thoroughly considered in [4]. The TS efficiency with the adaptive exploitation consumption can be defined by the quantitative criterion [3,4].

$$Q = \frac{1}{1 - P_{ep} + P_{ea}}$$

where P_{ep} – the probability of the errors prevention considering the decision making about CNS TS and the CI realization; P_{ea} – the probability of errors insertion.

Failure which was prevented as a result of control and adjusting operations is event which will be determined by two combined realization of independent events. They are: correct determination when parameter will run up to the limits of tolerances with conditional probability $1-\beta$; qualitative parameter adjustment in the area of availability with conditional probability g .

$$P_{pr} = (1-\beta)g_1$$

Failure insertion is determined by combined realization of next independent events: false parameter determination out of availability area with conditional probability α ; non-qualitative adjustment with conditional probability $1-g_2$.

$$Q_{in} = \alpha(1-g_2).$$

The probabilities P_{ep} , P_{ea} defined using the probability theory and mathematical statistics' methods, previously being established: the DP of CA; mathematical expectation of DP; DP control errors; DP control results; mean root square deviation (m.r.s.d.) and density probability distribution (d.p.d.) of DP; installed operation tolerances on DP; preventive tolerances on DP.

Conclusions

The modern communication aids, and their operation features, which can be used during the OS developing and modernization are analyzed. The adaptive OS usage allows: to carry out optimization of the CA operating modes; to provide the system serviceability in the conditions of extended updating of the object dynamic properties; to increase reliability of the system, unify separate regulators or their blocks and adapt them for the operation with different types of the same objects; to reduce operational costs.

The obtained results of the decision making and CI realization analysis in the processes of CA operation, allow to solve the following problems of adaptive operation: if the CA and its control devices DP characteristics are known, so the received mathematical expressions can be used for determination of the TS correct and error decision making probabilities about the TS, the corresponding probabilities of decision making and efficiency of the operation processes realization; if the CA characteristics are known, then setting the requirements to processes of control and CI quality, possible reasonable determining the control devices accuracy and the limits of preventive tolerances which application allows most effectively to carry out operation of the definite CA.

References

1. Zuiev O.V., Solomentsev O.V., Khmelko Ju.M.. "Basics of Radioelectronic Equipment Reliability, Operation and Repair Theory": Lecture synopsis. – Kyiv.: NAU, 2011 – 60 p.
2. Dhillon B.S. "Maintainability, maintenance, and reliability for engineers". New York: Taylor & Francis Group, 2006, 214 p.
3. Новиков В.С. "Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования": Учебник. М.: Транспорт, 1987. – 261 с.
4. Зуев О.В. Ситуативний аналіз прийняття рішень та реалізації керуючих впливів в процесах технічного обслуговування радіотехнічних систем / Вісник державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – 2009. – Том 7, №2. – с. 183–187.
5. Zuiev O.V. "Situative analysis of decigions making and control simulations realization in radioengineering systems maintainance processes". Herald of the State Universitu of Informational and Communication Technologies. – 2009. – Vol.7, №2. – P. 183 – 187 (in Ukrainian).

Г.Е.Соколов, кандидат физ.-мат. наук
(УНИ Аэронавигации НАУ, Украина).

Моделирование радиолучевого охранного локатора

В настоящей работе проводится моделирование на уровне функциональной схемы охранного радиолучевого извещателя средствами MATLAB. Разработанная модель дает возможность оценить способность логического блока разделить сигнал от нарушителя и помехи.

Введение.

Радиолучевой охранный локатор (радиолучевой извещатель) предназначен для охраны периметра объекта от проникновения посторонних лиц. Это и определяет его главную особенность – работа на открытом воздухе во всепогодных условиях на естественном (или подготовленном) рельефе. При таких условиях эксплуатации эффективная борьба с метеорологическими помехами является базовым требованием при построении радиолучевого локатора. Этот тип радиолокатора постоянно модернизируется вследствие острой конкуренции с другими системами охраны периметра. Компьютерное моделирование [1-4] может дать дополнительную информацию для улучшения характеристик радиолучевого охранного локатора. Настоящая работа посвящена компьютерному моделированию радиолокационных лучевых систем охраны периметра.

Разработка компьютерной модели радиолучевого извещателя.

Разработка осуществляется в процессе выполнения следующих этапов:

1. Выбор радиолучевого охранного локатора - прототипа.
2. Анализ структурной (или принципиальной) схемы радиолучевого охранного локатора – прототипа и обработки сигнала в структурных единицах этой схемы.
3. Построение упрощенной структурной схемы планируемой модели радиолучевого охранного локатора .
4. Построение функциональной модели радиолучевого охранного локатора.
5. Построение математической модели обработки сигнала в радиолучевого охранного локатора.
6. Разработка структурной схемы компьютерной программы, реализующей математическую модель.
7. Составление и отладка компьютерной программы на выбранном языке программирования.
8. Тестирование программы.

В качестве прототипа выбрана "Система обнаружения вторжения" (патент США N 4079361, Кл. G 08 B 13/18, 1978).

Система (радиолучевой извещатель) предназначена для блокирования протяженных (до 300 м) рубежей охраны и выдачи сигнала тревоги при пересечении человеком блокированного рубежа.

Упрощенная структурная схема, на которой показаны все этапы обработки сигнала, показана на Рис.1

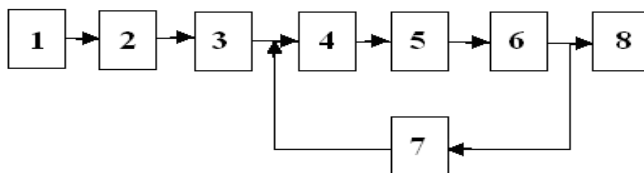


Рис. 1 Упрощенная структурная схема модели радиолучевого извещателя.

1. Модулятор (генератор импульсов модуляции). 2. СВЧ тракт. 3. Предусилитель. 4. Усилитель. 5. Амплитудный детектор огибающей. 6. Фильтр полезного сигнала. 7. Узел автоматической регулировки уровня сигнала. 8. Решающее устройство.

Работа радиолучевого извещателя осуществляется следующим образом.

Модулятор (1) генерирует импульсный сигнал, модулирующий выходную мощность СВЧ генератора.

СВЧ генератор, Передающая СВЧ антенна, Пространство распространения радиоволн, заполненное метеосадками и нарушителями, Приемная СВЧ антенна, СВЧ детектор составляют СВЧ тракт (2). При этом Генераторный СВЧ диод преобразует электрический сигнал в радиоволновой, а детекторный СВЧ диод Шоттки преобразует радиоволновой сигнал в электрический. Таким образом, на входе и выходе блока (2) присутствуют электрические сигналы, и мы можем описать работу СВЧ тракта коэффициентом передачи:

$$K_U = \frac{U_{BbIX}}{U_{BX}}.$$

На входе СВЧ тракта присутствует импульсное напряжение постоянной амплитуды. На выходе СВЧ тракта амплитуда импульсного напряжения медленно меняется синхронно с временными изменениями коэффициента передачи СВЧ тракта.

Предусилитель (3) осуществляет фильтрацию сигнала на частоте модуляции (тем уменьшая влияние радиопомех) и усиление его по амплитуде до уровня стабильной работы узла АРУ.

Усилитель (4) осуществляет регулировка коэффициента усиления по амплитуде системой АРУ.

Амплитудный детектор огибающей импульсного сигнала (5) формирует полезный сигнал, пропорциональный коэффициенту передачи СВЧ тракта.

Фильтр полезного сигнала (6) формирует временную характеристику петли АРУ. В результате совместной работы фильтра (6) и узла АРУ (7) на вход решающего устройства (8) проходит только сигнал от нарушителя, движущегося со скоростью 0,3...10 м/с. Сигналы, вызванные метеоусловиями, подавляются.

Решающее устройство (8) выносит решение о наличии нарушителя или его отсутствии. Наиболее простая его форма – это пороговое устройство. Вопрос о том, куда передается решение, при моделировании не рассматривается.

В процессе реализации всех вышеперечисленных этапов работы получена программа, реализующая компьютерную модель радиолучевого извещателя.

Целью численного исследования модели радиолучевого извещателя является выяснение взаимосвязи параметров обработки сигнала и эффективности определения решающим устройством извещателя помехи (которую решающее устройство должно определить как отсутствие нарушителя или «Дежурный режим») и нарушителя (которую решающее устройство должно определить как наличие нарушителя или «Тревога»).

Помехой для данного типа извещателя является хотя и значительные, но медленные изменения затухания в СВЧ тракте, происходящие в результате изменения метеоусловий. Нарушитель же вызывает хотя и небольшое, но быстрое изменение затухания.

Исследование радиолокатора на основе компьютерной модели.

Охранный радиолокатор обнаружения вторжения работает как система слежения за состоянием затухания электромагнитных волн СВЧ диапазона в зоне охраны. Эффективность работы этой системы слежения определяет основные характеристики извещателя.

Если система слишком медленно реагирует на изменение затухания в среде, то решение о наличии нарушителя принимается при любом медленном увеличении затухания – от изменения состава газовой среды, от общей запыленности среды и т.д. Вероятность ложной тревоги становится недопустимо большой.

Если система слишком быстро реагирует на изменение затухания в среде, то при наличии медленно движущегося нарушителя система АРУ сразу восстанавливает уровень сигнала на входе решающего устройства. В этом случае решение о наличии нарушителя не принимается. Вероятность пропуска цели становится недопустимо большой.

Качество системы слежения определяется параметрами фильтра полезного сигнала и параметрами блока АРУ. Все исследования проводились при постоянной настройке системы обнаружения и различных входных воздействиях, соответствующих реальным условиям эксплуатации системы.

Были исследованы следующие варианты:

- I. Различные параметры изменения затухания в среде в отсутствие нарушителя.
- II. Различные параметры нарушителя в зоне охраны при неизменных характеристиках среды.
- III. Различные параметры нарушителя в зоне охраны при шумовом (помеховом) воздействии среды.

1 Исследование обработки сигнала в дежурном режиме извещателя.

На рис. 2. кривой 1 показано уменьшение в 4 раза коэффициента передачи СВЧ тракта за 10 секунд из-за метеоусловий. Кривая 2 отражает изменение коэффициента усиления усилителя (блок 4), вызванное работой АРУ. Кривая 3 показывает выходное напряжение фильтра полезного сигнала (блок 6), нормированное к единице в исходном состоянии. Оценивая это напряжение, решающий блок 8 выносит решение об отсутствии нарушителя

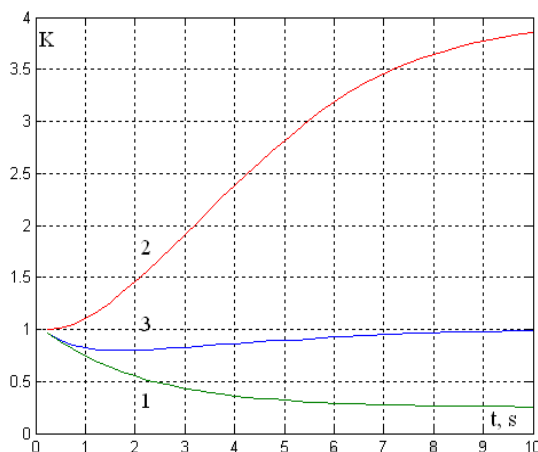


Рис.2 Сигнал на входе решающего устройства при помехе на входе извещателя

2 Исследование обработки сигнала в тревожном режиме извещателя

На рис. 3. кривой 1 показано уменьшение в 2 раза коэффициента передачи СВЧ тракта за 3 секунды (нарушитель пересекает зону охраны со скоростью 1 м/с). Кривая 3 показывает выходное напряжение фильтра полезного сигнала (блок 6), нормированное к единице в исходном состоянии. Оценивая это напряжение, решающий блок 8 выносит решение о наличии нарушителя.

Выводы.

Анализ результатов моделирования показывает следующее:

1. При увеличении затухания вдвое за 2,5 сек блоки обработки сигналов правильно реагируют на изменение среды. Имеет место ситуация «Правильное необнаружение». При увеличении затухания вдвое за 1,3 сек блоки обработки сигналов неправильно реагируют на изменение среды. Имеет место ситуация «Ложная тревога». Таким образом, быстрое изменение затухания среды радиолокатор не отличает от нарушителя.

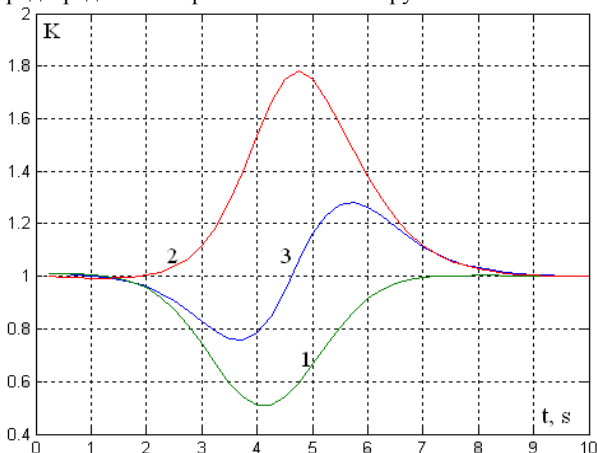


Рис.3 Сигнал на входе решающего устройства при появлении нарушителя

2. Человека - нарушителя радиолокатор надежно обнаруживает при скоростях перемещения (0,8 – 4) м/с. Животное – нарушителя, радиолокатор принимает за человека при больших скоростях перемещения (2 – 4) м/с, т.е. имеет место ситуация «Ложная тревога».

3. При всех величинах дисперсии помех состояние системы обнаружения вторжения «Дежурный режим» или «Тревога» не менялось. Таким образом, исследуемый радиолокатор надежно защищен от гауссовых помех.

Список литературы

1. Борисов Ю.П., Цветнов В.В. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств. – М.: Радио и связь, 1985. – 176 с.
2. Sokolov, G. E. Building a computer model of an optoelectronic burglar alarm detector/ Electronic and Control Systems. № 4(38), 2013. p.142-148.
3. Sokolov G.E. Building a Computer Model of an Optoelectronic Fire Smoke Alarm Detector/ Electronic and Control Systems.-№1(39).-2014. С.77- 84.
4. Соколов Г.Е. Построение компьютерной модели охранного емкостного извещателя/ Проблемы информатизации и управления. – №1(53).-2016. – С.65-71.

Автоматизація проектування систем цифрового оброблення сигналів

В роботі представлена спеціалізована САПР для вирішення задач ЦОС, призначена для створення імітаційних комп'ютерних моделей каналів ЦОС та для проведення над ними статистичних випробувань. За рахунок відкритості та наявності спеціалізованого інструментарію, вона має значні переваги, порівняно з САПР загального призначення.

Проектування пристроїв з системами цифрового оброблення сигналів (ЦОС) – це складний процес, що потребує залучення та узгодження роботи спеціалістів різних галузей: спеціалістів в області розробки програмного забезпечення (програмістів), інженерів в області електроніки та обробки сигналів та експертів по експлуатації розроблюваного пристрою. Першим кроком їх сумісної роботи є розробка технічного завдання – документу, який містить критерії ефективності, вводить цільову функцію та накладає ряд вимог та обмежень на множину можливих альтернатив.

При проектуванні систем ЦОС аналітичний пошук рішень, як правило, неможливий. Тому певне готове проектне рішення беруть „за основу” та адаптують до заданих умов. При цьому виконується глибокий аналіз роботи системи, зокрема:

- аналіз чинників, які негативно впливають на систему;
- виявлення слабких місць системи, визначення її компонентів, які під впливом шкідливих чинників втрачають свою ефективність;
- пошук та перевірка проектних рішень щодо усунення недоліків системи, усестороннє дослідження властивостей системи, набутих унаслідок введення змін в її структуру;
- співставлення ефективностей різних проектних рішень, пошук компромісного рішення між удосконаленням роботи системи та збереженням її наявних переваг.

Для вирішення перелічених задач використовують класичну методику відбору найбільш ефективних проектних рішень – метод статистичних випробувань разом з сучасним інструментом аналізу поведінки систем – комп'ютерним моделюванням.

Метод статистичних випробувань – це методика аналізу властивостей системи шляхом проведення над нею серії однотипних багаторазових керованих випробувань (експериментів), порядок проведення яких визначається програмою випробувань, а їх кількість повинна бути достатньою для збору статистики, встановлення необхідних залежностей, аналізу та порівняння результатів. Особливо корисними такі дослідження виявляються на межі можливостей досліджуваної системи та під впливом завад, коли ефективність системи падає. Такі дослідження викривають недоліки в роботі системи та підказують розробникам шляхи їх усунення.

Імітаційне комп'ютерне моделювання – це експериментальний метод дослідження роботи систем, що ґрунтується на перенесенні місця проведення випробувань, інструментів, засобів, об'єктів дослідження, даних, важливих процесів та чинників, учасників дослідження, їхніх знань та функцій із реального середовища у віртуальне комп'ютерне середовище. Перенесення досліджуваної системи у віртуальне програмне середовище надає можливості по виконанню над нею великої кількості випробувань (за методом статистичних випробувань), достатньої для оцінювання роботи усіх необхідних проектних рішень та автоматизованого (без участі людини) обрання серед них самого ефективного (але при цьому, критерії ефективності, множини альтернатив та цільова функція задаються людиною).

Єдиним обмежуючим фактором застосування імітаційного комп'ютерного моделювання слугує необхідність розробки спеціалізованого програмного середовища, призначеного для постановки та проведення досліджень, а також для аналізу та відображення отриманих результатів. На сьогоднішній день ця задача вирішується двома способами:

1. Розробкою складного спеціалізованого програмного середовища, що потребує залучення до процесу проектування групи програмістів.

2. Застосуванням систем автоматизованого проектування (САПР), що на перший погляд здається абсолютно правильним рішенням. Але в зв'язку із їх закритістю, наявністю в них ряду штучних обмежень на розширення їх можливостей та певних їх неусувних недоліків – на практиці даний інструмент використовують лише для вирішення задач низького рівню складності. А запит на подібні системи для вирішення задач ЦОС так і лишається незадоволеним.

Для усунення вказаних недоліків, а також для вирішення задач проектування систем ЦОС, розробляється спеціалізоване програмне середовище [1-5], яке дозволяє: просто та зручно створювати швидкі та ефективні імітаційні комп'ютерні моделі та проводити імітацію їх роботи, в т.ч., з використанням методу статистичних випробувань; з обробкою сигналів в режимі реального часу; з виводом результатів в формі, зручній для їх аналізу, в т.ч., в динамічному режимі, в процесі імітації обробки сигналів.

Запропонована технологія представляє собою відкриту систему автоматизованого проектування для інженерів, що займаються цифровою обробкою сигналів. Вона включає:

1. Бібліотеку компонентів (генераторів сигналів, засобів обробки, засобів відображення, засобів редагування та виконання сценаріїв, засобів організації міжкомпонентної взаємодії, тощо).

2. Мову сценаріїв, а також, набір програм для роботи зі сценаріями (редактор сценаріїв, транслятор сценаріїв, тощо).

3. Набір демонстраційних файлів-сценаріїв імітаційних комп'ютерних моделей.

Програмне середовище об'єднує спеціалістів різних напрямків шляхом надання їм ряду необхідних інструментів: програмістам – відкритість та розширюваність; інженерам – можливість побудови імітаційної моделі з готових блоків за принципом конструктора; експертам – можливість взаємодії

з імітаційною моделлю через спеціалізований інтерфейс взаємодії. Окрім того, дане середовище дозволяє виконувати ряд задач без залучення програмістів до процесу проектування, що можливо за рахунок розвиненої бібліотеки компонентів.

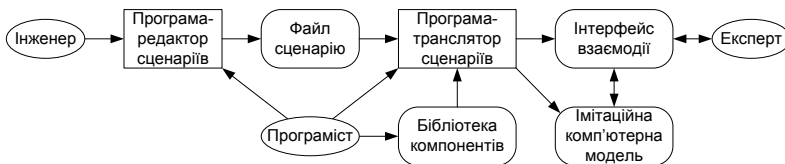


Рис. 1. Схема взаємодії між спеціалістами

На сьогоднішній день розроблено ряд програм-прототипів даної системи, які підтверджують її ефективність в таких напрямках ЦОС, як первинна обробка радіолокаційних сигналів [1,2,4] та обробка звукових сигналів в режимі реального часу [2,3,5]. Нижче наведено чисельні показники, які характеризують простоту взаємодії різних категорій спеціалістів з описаним програмним середовищем.

1. Показники, які характеризують простоту розширення можливостей описаного програмного середовища групою програмістів:

- реалізація мінімального повнофункціонального алгоритму обробки сигналів потребує не більш, ніж 100 строк відформатованого та упорядкованого програмного коду на мові програмування C++;
- реалізація мінімального повнофункціонального інструменту виводу даних в формі осцилограми з можливістю підтримки режиму реального часу потребує порядку 300 строк відформатованого та упорядкованого програмного коду на мові програмування C++.

Висновок: вирішенню складних задач сприяє наявність необхідних програмних компонентів, а вирішення простих задач не виглядає оптимізованим. Проте програмістам більш важлива перша перевага.

2. Показники, які характеризують простоту розробки імітаційних комп'ютерних моделей групою інженерів засобами описаного програмного середовища:

- в роботах [1, 4] описується розробка та функціонування імітаційної комп'ютерної моделі каналу первинної обробки сигналів радіолокаційної станції з черезперіодним компенсатором. Модель включає в себе: „Генератор радіолокаційних цілей”, „Генератор гаусівського шуму”, „Формувач суміші сигналу та завади”, „Черезперіодний компенсатор” та набір компонентів технічного призначення – загалом, 13 компонентів. Перша з моделей [1] характеризується строгим стилем оформлення послідовності команд сценарію з мінімальним об'ємом пояснень, введених в текст програми, займає файл розмір 50 строк. Друга з моделей [4] характеризується детальним описом всіх своїх складових та займає розмір 90 строк. Текст вказаних сценаріїв не включає в себе команд для побудови інтерфейсу;

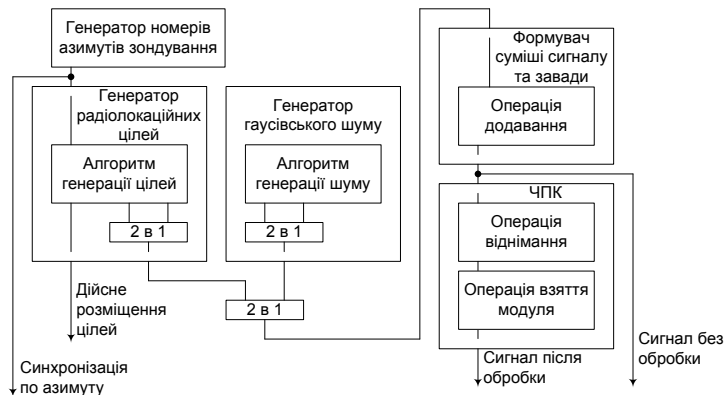


Рис. 2. Будова імітаційної моделі каналу первинної обробки сигналів

– в роботі [5] описується розробка та функціонування імітаційної комп'ютерної моделі аудіо спектрографа, який працює в режимі реального часу. Модель включає в себе: „Блок обробки аудіо даних” з каналом зчитування відліків аудіо сигналу, рекурентним перетворенням Фур'є та з розрахунком модулів комплексних чисел для побудови амплітудного спектру, „Осцилограф відліків аудіо сигналу”, „Осцилограф амплітудного спектру” та набір компонентів технічного призначення – загалом 9 компонентів. Текст сценарію включає введення всіх можливих опцій та ряд команд, необхідних для побудови повноцінного інтерфейсу користувача. Файл сценарію займає 75 строк.

Висновок: жодна з діючих САПР не надає такої простоти (що виражається в низькій кількості строк програмного коду) по створенню імітаційних комп'ютерних моделей подібного рівню складності.

3. Показники, які характеризують можливості щодо оптимізації ергономічності взаємодії розробленої імітаційної комп'ютерної моделі з представниками експертного середовища.

– описане програмне середовище володіє рядом вбудованих компонентів відображення інформації, які оперативно виводять інформацію в режимі реального часу: осцилографи, спектрограф, індикатор кругового огляду первинної радіолокаційної станції, тощо;

– програмам, виконаним із застосуванням описаного програмного середовища властива висока швидкодія, що особливо важливо при проведенні статистичних випробувань та при виконанні обробки в режимі реального часу. Так, час моделювання та обробки 400 оглядів диспетчерської радіолокаційної станції на персональному комп'ютері складає всього 30 с [4]. На тому ж комп'ютері, при частоті дискретизації аудіо сигналу 8000 Гц в режимі реального часу можна будувати спектрограму з 300 спектральними

складовими, а при частоті дискретизації аудіо сигналу 22050 Гц – спектрограму з 150 спектральними складовими.

Висновок: дане програмне середовище характеризується гнучкістю розробки спеціалізованих засобів відображення з підтримкою режиму реального часу, а також високою швидкодією програмних компонентів.

Висновки

Розроблено спеціалізовану САПР для вирішення задач проектування систем ЦОС що дозволяє просто та зручно створювати швидкі та ефективні імітаційні комп'ютерні моделі та проводити імітацію їх роботи. Вона об'єднує спеціалістів різних напрямків (програмістів, інженерів та експертів) шляхом надання їм ряду необхідних інструментів. На сьогоднішній день її ефективність підтверджена в таких напрямках ЦОС, як первинна обробка радіолокаційних сигналів та обробка аудіосигналів в режимі реального часу.

Список літератури

1. Мігель С.В. Сценарний підхід до моделювання процесів функціонування радіолокаційних систем / С. В. Мігель, І. Г. Прокопенко // Статистичні методи обробки сигналів і даних: Матеріали Міжнародної наукової конференції; м. Київ, 16-17 жовтня 2013 р., Національний авіаційний університет / редкол.: І. Г. Прокопенко та ін. – К., 2013. – С. 48-54.
2. Прокопенко І.Г. Апаратно-програмний комплекс для аналізу та обробки сигналів на базі ПК / І. Г. Прокопенко, С. В. Мігель, К. І. Прокопенко // Проблеми навігації і управління рухом: тези доповідей науково-технічної конф., 18-20 листопада 2013 р. – К., 2013. – С. 78.
3. Прокопенко І.Г. Система для дослідження параметрів звукового сигналу / І. Г. Прокопенко, С. В. Мігель, К. І. Прокопенко // Політ. Сучасні проблеми науки. Аеронавігаційні системи. Електроніка та аерокосмічні системи управління: XIV міжнародна науково-практична конференція, 2-3 квітня 2014 р.: тези доп. – К., 2014. – С 8.
4. Migel S.V. Radar Simulation System Managed By Script Language / S. V. Migel, I. G. Prokopenko // International Radar Symposium IRS 2014: international scientific conference, Gdansk, Poland, June 16–18 2014. – G., 2014. – P.482-486.
5. Прокопенко І.Г. Аудіо спектрограф реального часу на базі ПК / І. Г. Прокопенко, С. В. Мігель // Проблеми розвитку глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху CNS/ATM: тези доповідей науково-технічної конф., м. Київ, 21-23 листопада 2016 р., Національний авіаційний університет. – К: НАУ, 2016. С. 67.

*І.Г. Прокопенко, д.т.н, проф., Ю.М. Хмелько, к.т.н., проф.,
Ю.В. Петрова, к.т.н., доц., М.С. Самойленко, к.т.н., доц.,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Алгоритми стабілізації помилок першого роду в задачах двохальтернативної перевірки гіпотез

*В роботі проведено аналіз оцінки ефективності застосування алгоритмів, які забезпечують стабільність помилок першого роду в задачах
двохальтернативної перевірки гіпотез в умовах складних завадових ситуацій.*

Вибір критерію при вирішенні задач двухальтернативної перевірки гіпотез є надзвичайно важливим, тому що від цього залежить ефективність прийняття рішень про те розрізняються чи ні вибірки за середнім значенням, медіаною, дисперсією та іншими характеристиками вибірок [1-6, 8].

Критерії, які використовуються для вирішення однієї і тієї ж задачі, мають різну чутливість, яку називають «потужністю» критерію. Підвищення «потужності» критерію забезпечується підвищенням складності застосування критеріїв та їх технічної реалізації.

Прийняття рішення про вибір критерію є надзвичайно важливим для радіолокаційних задач, при забезпеченні інформаційної безпеки, в системах контролю, біології, медицини та ін.

Різні інженерні методи, запропоновані в радіолокації для стабілізації ЙПВ (нормування й інші нелінійні перетворення), автоматичне регулювання порога квантування (АРПК) в післядетекторних виявлювачах [7, 15, 19] не вирішують проблему стабілізації ЙПВ у цілому.

Класифікуючи структури виявлювачів, синтезованих на основі відомих і запропонованих алгоритмів, доцільно виділити наступні:

1) клас виявлювачів, що використовують інженерні методи стабілізації ЙПВ (ІМ);

2) клас "класичних" непараметричних виявлювачів (НВ);

3) клас модифікованих непараметричних виявлювачів (МНВ);

4) клас "квазінепараметричних" виявлювачів (КНВ);

5) клас оптимальних рангових виявлювачів (ОРВ).

До першого класу відносяться методи автоматичного регулювання підсилення (АРП) в радіолокаційних приймачах, використання логарифмічної амплітудної характеристики підсилювачів (ЛАХ), автоматичне регулювання порогу квантування (АРПК), обмежувачі, нелінійні перетворювачі, тощо [6, 15, 19].

До другого класу віднесемо виявлювачі, синтезовані на основі перетворень, необхідних відповідно до обраного класичного порядкового критерію. Типові представники цього класу - виявлювачі знаків, Вілкоксона, Смирнова, серій і інші, засновані на широко відомих непараметричних

критеріях. Аналіз ефективності застосування цих критеріїв в радіолокації розглянуто в ряді робіт [9-12].

Модифікація непараметричних процедур, що відносяться до 3-го класу пропонованої класифікації, можуть істотно підвищити їх ефективність. Наприклад, застосування процедури, запропонованої в [13], дозволяє шляхом несуттєвого ускладнення схеми післядетекторного виявлювача використовувати статистику з K' шумових точок дальності без збільшення часу на обробку інформації.

До 4-го класу класифікації віднесені квазінепараметричні виявлювачі.

Як приклад алгоритму вказаного класу наведено алгоритм виявлення, який може розглядатися в якості однієї з можливих модифікацій алгоритму Маркума [14].

Алгоритм Маркума близький по ефективності виявлення до параметричного, але є більш завадостійким і може бути запропонованим для випадків, коли вимоги до стійкості ЙПВ не такі жорсткі, як в радіолокації

В [16] запропонована методика побудови оптимального рангового виявлювача (ОРВ) для будь-якого заданого співвідношення сигнал / шум. Отримані співвідношення дозволяють будувати точні характеристики виявлення для будь-яких обсягів вибірки з незалежними відліками.

Розглянуто окремі випадки обчислення ймовірностей появи рангів для адитивних сукупностей гаусівського сигналу і імпульсної завади, а також гармонійного сигналу і гаусівської завади.

Наведено залежності, що дозволяють оцінити необхідне співвідношення сигнал / завада, що забезпечує ймовірність правильного виявлення сигналу $D = 0,9$ при наявності імпульсної завади.

Результати моделювання свідчать про ефективність і стійкість критеріальних рангових виявлювачів до зміни щільності розподілу і параметрів завад.

Найбільш простими в реалізації є алгоритми знаків і Смирнова. Відповідно до класифікації їх слід віднести до виявлювачів детектора без ЗП і ФП. Взагалі кажучи, зазначені виявлювачі мають "пам'ять" (накопичувач), однак, цей пристрій характерний для всіх виявлювачів з накопиченням за n періодів зондування і не викликає труднощів у реалізації. При реалізації зазначених алгоритмів не потрібно і складних функціональних перетворень, виключаючи операції (віднімання та інші), що характерно для реалізації всіх інших алгоритмів. Відзначимо, однак, що алгоритм Смирнова все ж істотно складніший, тому що на кожне кільце дальності потрібно мати m каналів. Зменшення числа каналів веде не тільки до зниження ефективності виявлення, а й до втрати непараметричних властивостей (моделювання на ЕОМ показало, що при $m = 3$ стабільність ЙПВ незадовільна).

Критерій Вілкоксона вимагає запам'ятовування відліків обвідної, однак, інші операції (включаючи ранжування) принципових труднощів не викликають. Нарешті, група критеріїв (серій, Ван-дер-Вардена, Клотца і інші) складні для реалізації.

Критерії знаків і Вілкоксона, а відповідно і пристрої виявлення, синтезовані на їх основі, мають істотний недолік. Як показано в [21] обидва

критерії не завжди можуть бути застосовані в задачах двохальтернативної перевірки гіпотез. У цитованій роботі наведено приклад, в якому обидва розподіли $F_1(x)$ і $F_2(x)$ різні, але призводять до хорошої згоди з гіпотезою $F_1(x) = F_2(x)$. При збільшенні обсягу статистики до ∞ ймовірність прийняття цієї гіпотези буде наближатися до 1.

У той же час критерій Смирнова обґрунтований і, як показано в [20], є найбільш потужним критерієм в області малих значень ЙПВ серед критеріїв, незваженої середньої різниці, "квадрата середньої різниці", що відносяться до групи критеріїв Колмогорова-Смирнова і Крамера.

У загальному випадку ефективність вільного від розподілу критерію залежить від альтернативної гіпотези. Тому якщо необхідно побудувати ефективне вирішувальне правило або виявлювач сигналу, необхідно враховувати дію сигналу і формулювати відповідну альтернативну гіпотезу $H_1: b \neq 0$, де b – сигнальний параметр.

В останні роки прикладна теорія непараметричних методів розвивалася в напрямку локально-оптимальних рангових процедур [17, 18].

В основі всіх статистик критеріїв, вільних від розподілу, лежить вектор рангів \bar{R} при альтернативній гіпотезі, коли вибірка x_1, \dots, x_n містить сигнал,

$$\bar{R} = (R_1, R_2, \dots, R_n),$$

де $R_i, i = \overline{1, n}$ обчислюється за формулою.

$$R_i = \sum_{j=1}^n U(x_i - y_j);$$

$$U(x_i - y_j) = \begin{cases} 1, & x_i \geq y_j; \\ 0, & x_i < y_j. \end{cases}$$

Синтез локально-оптимальних вільних від розподілу рангових алгоритмів виявлення сигналів базується на дослідженні розподілу вектора рангів при альтернативній гіпотезі, коли вибірка x_1, \dots, x_n містить сигнал,

$$\varphi(\bar{R} | b \neq 0) \quad (1)$$

і побудові рангового вирішувального правила

$$\lambda(\bar{R}) = \frac{\partial \varphi(\bar{R} | b \neq 0)}{\partial b} \Big|_{b=0} > V_p. \quad (2)$$

Для побудови розподілу (1) треба знати розподіл сигнальної вибірки для альтернативної гіпотези. Нехай $\varphi(x, b)$ буде одномірною щільністю розподілу ймовірностей при альтернативі H_1 , а $\varphi(x, 0)$ – щільність розподілу ймовірностей при гіпотезі H_0 . Тоді, як показано в [16], вирішальне правило (2) буде мати такий вигляд:

$$\lambda(R_1, \dots, R_n) = \sum_{i=1}^n a_m(R_i, \varphi) \geq V_p. \quad (3)$$

Значення функції від рангів обчислюється за формулою

$$a_m(l, \varphi) = m \binom{m-1}{l-1} \int_{-\infty}^{\infty} J(x) [F(x)]^{l-1} [1 - F(x)]^{m-l} dx, \quad (4)$$

де $J(x) = \frac{\partial \varphi(x, b)}{\partial b} \Big|_{b=0}$ – частинна похідна щільності розподілу вибірки при альтернативній гіпотезі H_1 за сигнальним параметром b в точці $b=0$. Узагальнена структурна схема локально-оптимального рангового виявлювача зображена на рис. 1.

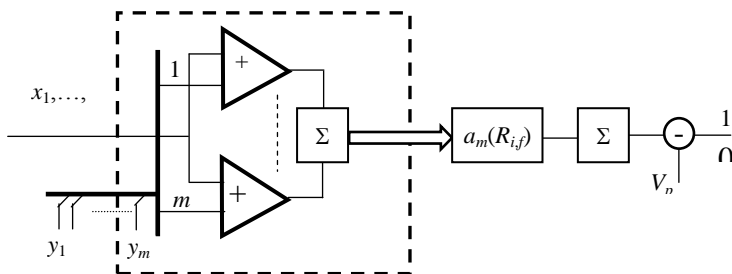


Рис. 1. Узагальнена структурна схема локально-оптимального рангового виявлювача сигналів

Для побудови рангового локально-оптимального алгоритму виявлення детермінованого сигналу необхідно визначити функції рангів відліків сигнальної вибірки (4).

Синтезований в [16] алгоритм враховує форму сигналу і забезпечує високу ефективність виявлення при збереженні ймовірності помилок першого роду (помилкова тривога) на заданому рівні незалежно від розподілу завади за умови статистичної незалежності її вибірових значень.

Висновки

В роботі розглянуто основні методи забезпечення стабільності помилкових виявлень в радіолокаційних системах.

Проведено порівняльний аналіз ефективності застосування алгоритмів, що стабілізують ЙПВ.

Запропоновано методику побудови і узагальнену структурну схему оптимального рангового виявлювача.

Список літератури

1. Гаек Я.Шидак З. Теория ранговых критериев. - М.:Наука, 1971. – 375 с.
2. Крамер Г. Математические методы статистики. – М.: Мир, 1975. – 648с.
3. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и связи: Пер. с англ. . – М.: Наука, 1973, - 896 с.
4. Хьюбер П. Дж. Робастность в статистике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984, - 304 с.

5. Уилкс С. Математическая статистика: Пер. с англ./ Под ред. Ю. В. Линника. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
6. Устойчивые статистические оценивания данных: Пер. с англ./ Под ред. Н. Г. Волкова. – М.: Машиностроение, 1984, - 232 с.
7. А. С. 1073889 СССР, МКРН 04 В 1/10 Устройство автоматического регулирования среднего числа шумовых выбросов.
8. Смирнов Н. В. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1970 – 289 с.
9. Хансен. Характеристики обнаружения некоторых непараметрических ранговых критериев и их применение в радиолокации // Зарубежная радиоэлектроника. 1971. № 4. С. 38–54.
10. Карлил, Томас. Непараметрические устройства обнаружения сигналов // Зарубежная радиоэлектроника. 1964. № 11.
11. Корнильев Э.А. Непараметрические методы обнаружения радиолокационных сигналов на фоне гауссовых помех с неизвестной дисперсией/ Вopr. авиационной радиотехники. – 1971. - № 6, С. 28-30.
12. Корнильев Э.А., Хмелько Ю. М. Непараметрические обнаружители гауссовых сигналов на фоне шума и хаотической импульсной помехи. Изд. вузов. Радиоэлектроника. – 1973 – т. 16, № 12, С. 91-94.
13. Диллард, Энтоньяк *Инвариантная* относительно распределения входного сигнала процедура обнаружения для РЛС // Зарубежная радиоэлектроника. – 1971, № 8.
14. Маркум. Статистическая теория обнаружения цели импульсной радиолокационной станцией. «Зарубежная радиоэлектроника», 1960, № 10.
15. Белецкий А. Я., Корнильев Э.А., Хмелько Ю. М. Анализ эффективности автоматического регулятора порога квантования при нестабильной дисперсии шума. Изд. вузов. Радиоэлектроника. – 1974. – т.17, № 1, С. 86-89.
16. Корнильев Э.А., Прокопенко И. Г., Чуприн В. М. Устойчивые алгоритмы в автоматизированных системах обработки информации – К.: Техника, 1989, - 223 с.
17. Лапий В. Ю., Калужный А. Я., Красный Л. Г. Устройства ранговой обработки информации. - К.: Техника, 1986, - 120 с.
18. Прокопенко И. Г., Синицин Р. Б. Многомерный ранговый алгоритм обнаружения радиолокационных сигналов / Теория и техника радиолокации, радионавигации и радиосвязи в гражданской авиации. Межвуз. сб. научн. тр. – Рига, 1950. – С. 47-51.
19. Прокопенко И. Г., Омельчук И.П. Анализ эффективности автоматического регулятора порога квантования в бинарных обнаружителях/ Теория и техника радиолокации, радионавигации и радиосвязи в гражданской авиации. Межв. сб. научн. тр. – Рига, 1980. – С. 9-14.
20. Millard The Kolmogorov-Smirnov tests in signal detection. - IEEE, Trans, IT-13; April, 1967.
21. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. *Математические методы в теории надежности*. - М.: "Наука" 1965.

Аналіз вмісту голосового повідомлення по його спектрограмі

Запропоновано методику аналізу слів по спектрограмі з використанням спеціалізованого класифікатора звуків. Класифікатор розподіляє всі звуки мови на сім категорій. Застосування процедури попередньої класифікації звуків в процесі їх розпізнавання спрощує цей процес, шляхом звуження кола варіантів ймовірних значень аналізованих звуків.

Мовний сигнал (рис. 1) – це сигнал природного походження, що складно піддається демодуляції технічними засобами. Його формування супроводжується змішуванням різних типів модуляцій, з вкладанням додаткової інформації, що відображає індивідуальні властивості голосового апарату, емоційний та фізичний стан, культурні мовні особливості. Крім цього, процес вимови та розповсюдження звукового сигналу супроводжується дією ряду неусувних випадкових чинників, під впливом яких інформація, закладена в голосове повідомлення спотворюється та набуває рис неоднозначності.

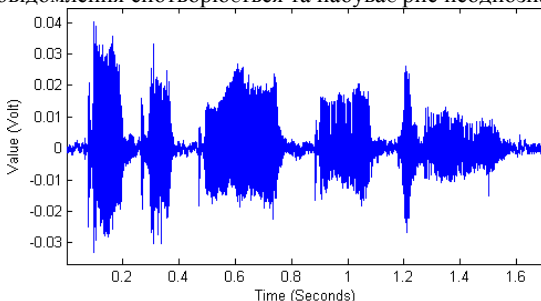


Рис. 1. Осцилограма слова „експлуатація”

Процес обробки звукового сигналу проводиться в кілька етапів. Базовим етапом обробки слугує аналіз спектрограм. Ручне виконання подібних операцій розкриває всю складність даного процесу. Воно потребує високої кваліфікації виконавця процедури розпізнавання та великого ресурсу часу. Але ручне втручання в цей процес виявляє недоліки роботи систем розпізнавання звуків та створює потенційні можливості підвищення їх ефективності за рахунок перенесення досвіду виконавця розпізнавань на систему розпізнавання.

Основною причиною складності розпізнавання звуків по спектрограмам слугує їх велика різноманітність. Зокрема, звукова система української мови нараховує 38 звуків: 6 голосних і 32 приголосних. Тому процес розпізнавання звуків пропонується розбити на два етапи. Для першого

етапу пропонується ввести спеціалізований класифікатор звуків та проводити їх розподіл по категоріям. На другому етапі пропонується виконувати однозначну ідентифікацію звуків методами, рекомендованими для обробки звуків визначеної категорії.

Аналізуючи мовний сигнал по спектрограмі можна дійти висновку, що основна частина голосового повідомлення формується з компонентів трьох типів:

1. Суцільних по частоті та неперервних в часі ділянок спектру, малої амплітуди, шумоподібного незатухаючого характеру поведінки – турбулентних шумів.

2. Дискретно-розподілених по частоті та неперервних в часі ділянок спектру великої амплітуди (частота основного тону та ряд її гармонік) – резонансних коливань.

3. Широкополосних короткотривалих одноразових затухаючих сплесків сигналу – імпульсних стрибків.

Для формування звуків можуть використовуватись один, два, або одночасно всі три вище наведені компоненти. Тому в залежності від того, які компоненти під час творення звуків переважають – всі звуки пропонується розділити (класифікувати) на 7 категорій:

1. Звуки з переважаючим компонентом першого типу (турбулентним шумом), які в найбільш чистому вигляді зустрічаються при вимові шиплячих звуків „ф”, „с”, „ш”, „х” та „р” (рис. 2).

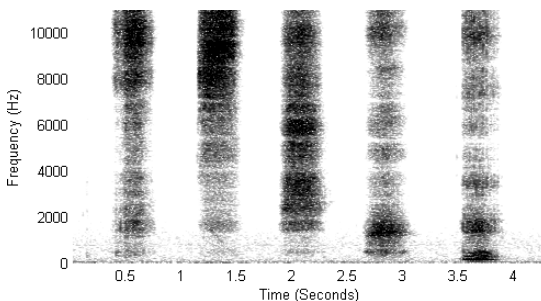


Рис. 2. Послідовність шиплячих звуків „ф”, „с”, „ш”, „х” та „р”

2. Звуки з переважаючим компонентом другого типу (резонансними коливаннями), характерні голосним „а”, „о”, „у”, „е”, „и” та „і” (рис. 3).

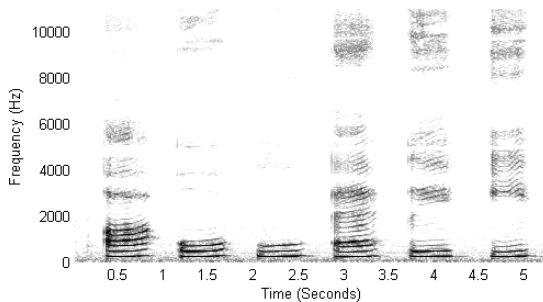


Рис. 3. Послідовність голосних звуків „а”, „о”, „у”, „е”, „и” та „і”

3. Звуки з переважаючим компонентом третього типу (імпульсними стрибками), характерні глухим приголосним звукам „п”, „т” та „к” (рис. 4).

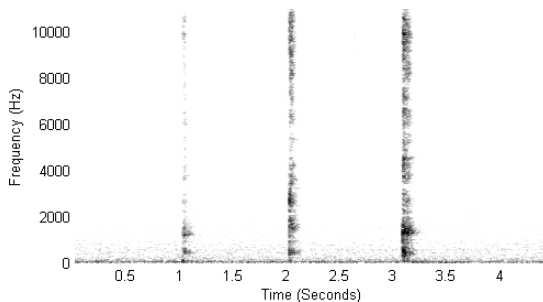


Рис. 4. Послідовність глухих звуків „п”, „т” та „к”

4. Звуки з рівносильними переважаючими компонентами першого та другого типу: „в”, „з”, „ж” та „г”.

5. Звуки з рівносильними переважаючими компонентами другого та третього типу: „б”, „д” та „г”.

6. Звуки з рівносильними переважаючими компонентами третього та першого типу: „ц”, „ш” та „ч”.

7. Звуки, утворені збалансованим впливом усіх трьох зазначених компонентів: „м”, „н”, „й” та „л”.

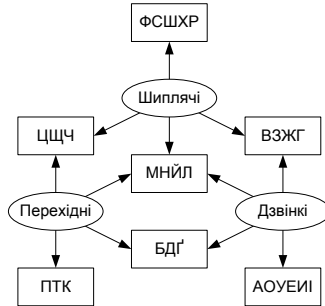


Рис. 5. Класифікація звуків

Для застосування класифікатору необхідно спектрограму звукового сигналу розподілити на умовно-однорідні ділянки (рис. 6) та першочергово аналізувати ті компоненти сигналу (турбулентні шуми, резонансні коливання, імпульсні стрибки), на які витрачається основна частка його потужності. При цьому:

1. Наявність турбулентного шуму вказує на приналежність звуку до однієї з категорій „ФСШХР”, „ВЗЖГ”, „МНЙЛ” або „ЦЩЧ”.
2. Наявність резонансних коливань вказує на приналежність звуку до однієї з категорій „АОУЕІІ”, „БДГ”, „МНЙЛ” або „ВЗЖГ”.
3. Наявність імпульсних стрибків вказує на приналежність звуку до однієї з категорій „ПТК”, „БДГ”, „МНЙЛ” або „ЦЩЧ”.

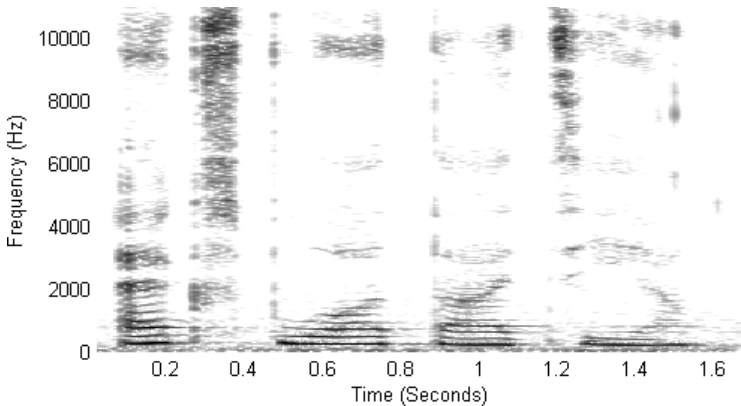


Рис. 6. Спектрограма слова „експлуатація”

Після визначення категорії звуку проводиться його однозначна ідентифікація. При цьому враховується належність звуку до певної категорії. При цьому:

1. Найбільш ефективним методом виявлення голосних звуків вважається формантний метод.

2. Найбільш ефективним методом виявлення шиплячих звуків є метод співставлення спектрів зі спектром сигналу-зразку, із розрахунком коефіцієнту кореляції між цими сигналами.

3. Найбільш ефективним методом виявлення глухих приголосних є метод фіксації їх приходу (без уточнення їх значення) на етапі аналізу спектрограми, та визначення їх точного значення на етапі співставлення послідовності виявлених звуків зі словником слів, відомих системі розпізнавання.

Висновки

Розроблено класифікатор звуків мови, призначений для аналізу мовного повідомлення по спектрограмам. Його дія ґрунтована на попередньому виділенні інформації, яку можна оцінити з високою достовірністю. Ефективність застосування такого підходу обґрунтовується припущенням, що виділення інформації з мовного повідомлення необхідно проводити по тих компонентах звуку, які є переважаючими під час роздільної вимови кожного звуку.

Список літератури

1. Мігель С.В. Дослідження звукового сигналу засобами середовища MathCad / С.В. Мігель, К.І. Прокопенко // Проблеми розвитку глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху CNS/ATM: тези доповідей науково-технічної конф., 17-19 листопада 2014 р. – К., 2014. – С. 86.

*Т.С. Герасименко, асистент, А.О. Мусієнко, аспіранка
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Процедури обробки даних в радіолокаційних системах

*Розглянуто послідовну процедуру обробки даних в радіолокаційних системах.
Приведені основні залежності встановлені шляхом моделювання*

Однією з основних завдань вторинної обробці радіолокаційної інформації є виявлення траєкторії цілі. Вона полягає в тому, щоб більш достовірно прийняти рішення про наявність цілі в області огляду РЛС, перш ніж передати її на супровід, що дозволяє значно скоротити обчислювальні витрати при створенні систем вторинної обробки радіолокаційної інформації.

До числа найбільш простих відносяться алгоритми виявлення траєкторії цілі з використанням евристичних критеріїв «ln />», які знаходять широке поширення на практиці. У таких алгоритмах обробка отриманих вимірювань виконується в межах обраного вікна. Для оптимального прийняття рішення при фіксованій кількості оглядів використовується критерій Неймана-Пірсона. При цьому в останньому огляді визначається відношення правдоподібності, яке порівнюється з порогом, розрахунок якого часто представляє досить складну математичну задачу.

Широке поширення для оптимального виявлення траєкторії цілі також знаходить критерій Вальда, який враховує послідовний характер надходження даних. При цьому на кожному кроці також обчислюються відносини правдоподібності, які порівнюються з двома порогом, визначається по заданих можливостям правильного і помилкового виявлення траєкторії цілі.

Основними показниками ефективності послідовної процедури виявлення цілі є помилки першого та другого роду. Помилка першого роду α полягає у прийнятті рішення про відсутність сигналу за його наявності, тобто пропуск цілі. Помилка другого роду β - прийняття рішення про наявність сигналу при його відсутності, тобто хибна тривога. Помилки α та β використовуються при формуванні порогів A і B з якими порівнюється вирішальна статистика Z на кожному кроці.

$$A = \frac{1-\beta}{\alpha}, \quad B = \frac{\beta}{1-\alpha}, \quad Z = \frac{p_1}{p_0} \quad (1)$$

де p_1 – імовірність наявності сигналу при гіпотезі та p_0 – імовірність наявності сигналу при альтернативі.

При $Z \geq A$ приймається рішення про наявність сигналу,

При $Z \geq B$ приймається рішення про наявність сигналу,

При $B \leq Z \leq A$ процедура продовжується

До показників ефективності також відносяться:

- оперативна характеристика або в радіолокації характеристика виявлення:

$$L(p) = \frac{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^h}{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^h - \left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)^h} \quad (2)$$

$$p = \frac{1 - \left(\frac{1-p_1}{1-p_0}\right)^h}{\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^h - \left(\frac{1-p_1}{1-p_0}\right)^h} \quad (3)$$

$$D = 1 - L(p) \quad (4)$$

де p_1 – імовірність наявності сигналу при гіпотезі та p_0 – імовірність наявності сигналу при альтернативі.

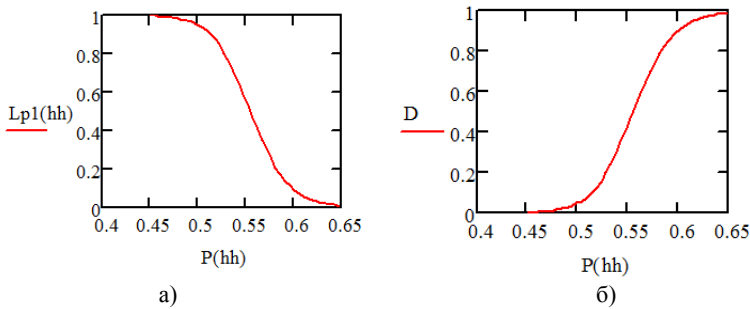


Рис. 1. а) Оперативна характеристика; б) Характеристика виявлення.

- середнє число спостережень:

$$E_p(n) = \frac{L(p)\ln B + (1-L(h))\ln F}{p\ln \frac{p_1}{p_0} + (1-p)\ln \left(\frac{1-p_1}{1-p_0}\right)} \quad (5)$$

Проведемо моделювання неусіченої послідовної процедури виявлення цілі.

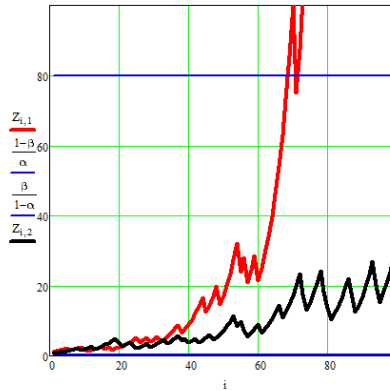


Рис.2. Випадкові реалізації з 500 процедур при $\alpha = 0,01, \beta = 0,2, p_1 = 0,7, p_0 = 0,6$

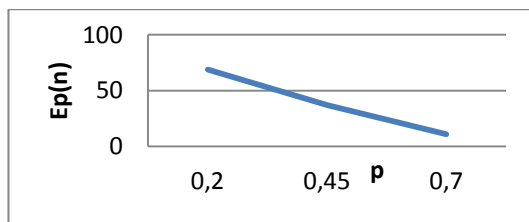


Рис.3. Залежність середньої тривалості процедури від поточної імовірності виявлення сигналу.

На практиці вирішальна вибірка має обмежену тривалість процедури, тому доцільно розглянути умічену процедуру виявлення цілі.

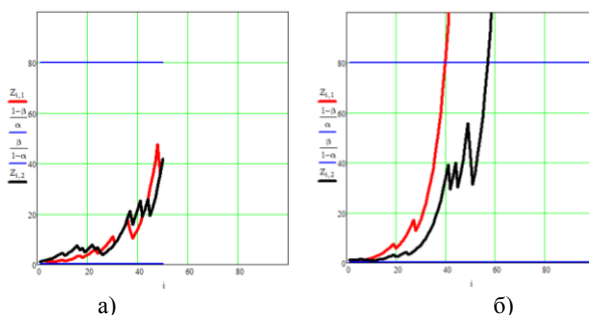


Рис.4. Реалізація усіченої процедури виявлення цілі: а) з кроком усічення 50, б) з кроком усічення 100.

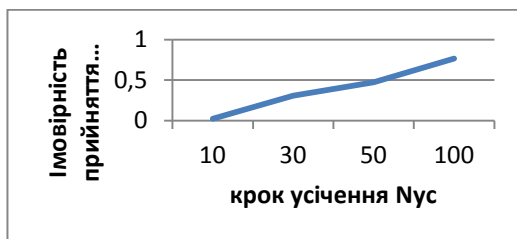


Рис. 5 Залежність імовірності прийняття рішення від кроку усічення

Висновки:

Як видно з наведених вище графіків, усічена процедура не завжди дає результат. Тому на практиці вводять додатковий поріг V на останньому кроці перевірки, або зведення порогів A та B в одній точці. Послідовний метод дозволяє зменшити середній час виявлення траєкторії цілі в порівнянні з оптимальними методами прийняття рішення при фіксованому числі оглядів, що дозволяє скоротити загальну кількість перевірених гіпотез про наявність невиявлених цілей в зоні огляду.

*В.М. Землянський, доктор фізико-математичних наук, професор
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Нове покоління лазерних датчиків синфазного прийому доплерівських сигналів при багатохвильовому зондуванні

В основу побудови нового покоління лазерних доплерівських датчиків (ЛДД) синфазного прийому покладено запропонований вперше (синтез якого виконується за допомогою розробленої автором теорії та спеціалізованої програми розрахунку на ПК) доплерівський спосіб багатохвильового електромагнітного зондування і синфазного приймання.

Один з варіантів побудови ЛДД представлений на Фіг.1 містить: $1_1, 1_2, 1_3, \dots, 1_n$ джерела когерентного електромагнітного випромінювання, кожен з яких випромінює колімований вузько направлений пучок $2_1, 2_2, 2_3, \dots, 2_n$ відповідно на довжинах хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$. Ці пучки спрямовуються на вхід блока розщиплювача 3, на виході якого формуються пари пучків 4_{11} і 4_{12} - на довжині хвилі $\lambda_1, 4_{21}$ і 4_{22} - на довжині хвилі $\lambda_2, 4_{31}$ і 4_{32} - на довжині хвилі λ_3 і т.д. 4_{n1} і 4_{n2} - на довжині хвилі λ_n , однакової потужності, які перетинаються в зоні вимірювання 5 під кутами відповідно рівними $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$, розсіяний пучок 6, 7 - блок просторового розділення пучка 6 на n -число пучків $8_1, 8_2, 8_3, \dots, 8_n$ відповідно по довжинам хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, 9_1, 9_2, 9_3, \dots, 9_n$ - фазові просторові фільтри (ФПФ), узгоджені з відносним розміром сферичного об'єкта, який проходить через зону вимірювання 5 зі швидкістю V , на виході кожного ФПФ - Φ формуються відповідно два пучки 10_{11} і $10_{12}, 10_{21}$ і $10_{22}, 10_{31}$ і $10_{32}, \dots, 10_{n1}$ і 10_{n2} ; 11 і 12 - блоки підсумовування пучків відповідно всіх пучків $10_{11}, 10_{21}, 10_{31}, \dots, 10_{n1}$, а також всіх пучків $10_{12}, 10_{22}, 10_{32}, \dots, 10_{n2}$, 13 і 14 - квадратичні детектори, 15 - диференціальний підсилювач, 16 - доплерівський процесор.

ЛДД працює таким чином. Нехай джерела когерентного електромагнітного випромінювання $1_1, 1_2, 1_3, \dots, 1_n$ наприклад в оптичному діапазоні довжин хвиль, формують на їх виході вузько направлені пучки $2_1, 2_2, 2, \dots, 2_n$ (n - число джерел випромінювання) відповідно на довжинах хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$. Ці пучки спрямовуються на вхід блока розщиплювача 3, на виході якого формуються пари пучків 4_{11} і 4_{12} - на довжині хвилі $\lambda_1, 4_{21}$ і 4_{22} - на довжині хвилі $\lambda_2, 4_{31}$ і 4_{32} - на довжині хвилі λ_3 і т.д. 4_{n1} і 4_{n2} - на довжині хвилі λ_n . Причому пучки 4_{11} і $4_{12}, \dots, 4_n$ мають фіксований зсув частоти Ω_m (який лежить в області радіодіапазони) по відношенню до відповідних пучків 4_{11} і $4_{12}, \dots, 4_n$ і кожна пара пучків на довжині хвилі λ_i ($i = 2, 3, \dots, n$) перетинається в зоні вимірювання 5 (яка співпадає з початком системи координат ОХУ) під відповідним кутом γ_i . Всі зондувальні пучки лежать в одній площині ОХУ і бісектриси кутів $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ співпадають з віссю ОХ. Окрім того, в блоці розщиплювача 3 передбачена можливість плавного регулювання фази одного із пучків кожної пари пучків на довжині хвилі λ_i ($i =$

2,3, ... n). Нехай через зону вимірювання проходить сферичний об'єкт, наприклад, часточка, розмір якої сумірний з довжинами хвиль зондувальних пучків, яка рухається зі швидкістю V . Кути γ_i під якими пари пучків на довжині хвилі λ_i перетинаються в зоні вимірювання, встановлюються у відповідності до співвідношенням

$$Y_i = 2 \arcsin \left(\frac{\lambda_i}{\lambda_1} \sin \frac{Y_1}{2} \right),$$

де $i = 2, 3, \dots, n$,

крім того, стани поляризації кожної пари пучків на λ_i відповідають умовам зондування і симетричного приймання, при яких спостерігається формування фазово-спряжених доплерівських сигналів [2].

Розсіяне на часточки випромінювання 6 збирається в кутовій апертурі α , причому бісектриса цього кута співпадає з напрямком ОХ (вперед або назад, $\beta = 0$, або $\beta = 180^\circ$), чи лежать в площині ОХZ, тобто спостерігається виконання умов симетричного приймання, при якому формуються фазово-спряжені доплерівські сигнали [2] на довжинах хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$. Прийняте симетрично розсіяне випромінювання в кутовій апертурі далі за допомогою блока 7 просторово розділяється по довжинам хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ таким чином, що на виході блока 7 формуються пучки 8_1 - на довжині хвилі λ_1 , 8_2 - на довжині хвилі λ_2 , 8_n - на довжині хвилі λ_n .

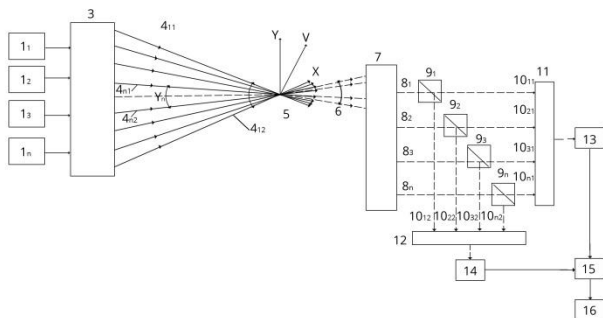
Кожний розсіяний пучок 8_i на довжині хвилі λ_i далі направляється на відповідний фазовий просторовий фільтр (ФПФ) 9_i синтез якого виконується за допомогою спеціалізованої програми розрахунку на ПК відповідно до умови формування на його виході двох пучків 10_{i1} і 10_{i2} при змішуванні яких на виході квадратичного детектора формуються протифазні доплерівські сигнали [3].

Всі пучки з першого виходу кожного ФПФ – 9_i далі підсумовуються в блоці 11 і потім направляються на квадратичний детектор, наприклад, фотоприймач 13.

Відповідно всі пучки з других виходів кожного ФПФ 9_i , а саме -10_{i2} , $10_{22}, \dots, 10_{n2}$ також підсумовуються в блоці 12 і далі направляються на квадратичний детектор 14, наприклад, фотоприймач.

Вихідні доплерівські сигнали, сформовані на виході детекторів 13 і 14, знаходяться в протифазі і після їх віднімання в диференціальному підсилювачі 15 надходять в доплерівський процесор 16. Доплерівський сигнал на виході детектора 13 являє собою суперпозицію “ n ” - числа синфазних доплерівських сигналів на одній доплерівській частоті, яка не залежить в даному випадку від довжини хвилі λ_i - зондувальних пучків.

Доплерівський сигнал на виході детектора 14 також являє собою суперпозицію “ n ” - числа синфазних доплерівських сигналів, сформованих від приймання розсіяного випромінювання на довжинах хвиль $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, який відрізняється по фазі від доплерівського сигналу на виході детектора 13 на 180° . Низькочастотні завади на виході детектора 13 і 14 синфазні, тому після їх віднімання в диференціальному підсилювачі 15 спостерігається їх компенсація при суттєвому зростанні на порядок і більше відношення сигнал/шум.



Фіг.1

Висновок:

Даний спосіб доплерівського багатохвильового електромагнітного зондування і синфазного приймання можна реалізувати в пристрої з джерелами випромінювання у всьому діапазоні електромагнітних хвиль: в НВЧ-діапазоні, інфрачервоному, оптичному та ультрафіолетовому, а також в рентгенівському і гамма-діапазоні довжин хвиль. Нині створені лазерні джерела випромінювання для всього вказаного вище діапазону електромагнітного випромінювання.

Запропонований спосіб та нове покоління ЛДД [4,5] на відміну від відомих, дозволяє підвищити на порядок більше відношення сигнал/шум, тобто ефективність приймання розсіяного випромінювання і відповідно точність вимірювання частоти доплерівського сигналу і швидкості, що їй відповідає. Це забезпечується за рахунок реалізації синфазного приймання і формування доплерівських сигналів в протифазі після здійснення фазової просторової фільтрації на різних довжинах хвиль електромагнітного когерентного випромінювання.

Список літератури

1. Землянський В.М., Гусев М.Д. Доплерівський спосіб електромагнітного багатохвильового зондування і синфазного прийому. Пат. №107289 Україна, бюл. №11, 2014.
2. Землянський В.М. Изменение скорости потоков лазерным доплеровским методом. – К.: Виш.шк., 1987 г – 177с.
3. Землянський В.М., Чудесов А.П. Синтез протифазних симетричних просторових фільтрів для диференціальної схеми когерентно-оптичного перетворювача.
4. Землянський В.М., Гусев М.Д. Багатохвильовий доплерівський анемометр. Пат. №102646 Україна, бюл. №5, 2013.
5. Землянський В.М., Гусев М.Д., Чудесов А.П. Двоххвильовий лазерний доплерівський анемометр. Пат. №103117 Україна, бюл. №8, 2013.

О.Г. Ситник, к.т.н., доцент (Украина, НАУ ННІАН)
М.С. Казанцева (Украина, НАУ ННІАН)

Принципы формирования типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений формирования полетной информации

Теоретические аспекты возникновения проблем оценки эффективности средств авионики и их решение требует разъяснения многих моментов, которые оговариваются невозможностью решения проблем оптимальности процессов разработки, проектирования, эксплуатации, ремонта авионики без помощи теории и использования современных исследований.

Любой процесс электронного репродуцирования, где происходит анализ, обработка и синтез изображений относится к процессам преобразования во времени двумерных в пространстве сигналов. Поэтому, строго говоря, разрабатывать принципы формирования типовых звеньев структурных схем авионики, моделирующих процессы преобразования изображений, а также анализа систем следовало бы с использованием двумерного математического аппарата. Однако для построения теории, предполагающей введение основных понятий и аналогий, вполне достаточно, на наш взгляд, ограничиться не только двухмерными изображениями, тем более, что сама практика использования трехмерных изображений в других областях подтверждает правомерность такого ограничения. Действительно, для изображений обладающих достаточной пространственной статистической изотропностью, т.е. изображений полетной информации, которые можно репродуцировать методами линейной развертки с помощью цветокорректоров, два координатных аргумента можно даже в некоторых случаях, при моделировании отдельных элементов процесса, заменить одним координатным параметром ε (например, длина развертки). Итак, сигнал изображения предлагается представить в виде функции ξ , зависящей от пространственного аргумента l и временного t :

$$\xi = \xi(l, t) \quad (1)$$

Конечным результатом любого электронного цифрового репродуцирования (ЭЦРИ) является «закрепленное» на плоскости изображения, т.е. обработанный конечный сигнал представленный в виде изображения на каком-либо носителе информации. Это справедливо и для первичного оригинала и некоторых промежуточных копий изображений, стабильно сформированных на промежуточных носителях информации, поэтому такая проблема является сегодня актуальной для многих областей народного хозяйства, в том числе и для гражданской авиации (ГА) в составе CALS-технологий. Однако, в самих процессах, протекающих во времени, осуществляются временные преобразования сигнала изображения, в том числе и преобразование во времени при визуальном восприятии стабильных высококачественных изображений. Назовем, условно, для удобства

дальнейшего рассмотрения процесса совокупность действий, преобразующих какое-либо первичное независящее от времени изображение т.е. закреплённое на плоскости носителя информации в виде оригинала во вторичное, также независящее от времени и также закреплённое на плоскости носителя информации в виде репродукции.

Для решения проблемных вопросов в CALS-технологиях в ГА предлагается рассмотреть в комплексе влияние принципов разработки типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений полетной информации на качество, где общей и конечной целью исследования является повышение уровня безопасности полетов. С этой целью предлагается оптимизировать параметры и характеристики типовых звеньев структурных схем, предложить практические расчеты основных критериев для расширения возможностей процесса ЭЦРЗ. В целях проведения экспериментов и дальнейшего упрощения расчетов при исследовании полученных результатов был предложен новый подход к решению проблемных вопросов в CALS-технологиях в ГА.

Постановка задачи в общем виде и ее связь с важными научными задачами заключается в исследовании пути решения проблемы взаимосвязи, взаимозависимости и взаимовлияния принципов разработки типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений полетной информации на качество, а также уточнение их параметров и характеристик. Считаем, что сегодня является невозможным решение проблемы оптимальности типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений и визуализации полетной информации без помощи современных положений теории. Материал исследований основан на обобщении и систематизации литературы по этой проблеме, а также на исследованиях результатов экспериментов в разработках авторов.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов предлагается использовать в моделях типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений полетной информации, некоторые современные взгляды для оценки результатов экспериментов, например, для характеристики эффективности системы ЭЦРЗ на основе новых принципов разработки. Рассмотрим основные типовые звенья процессов ЭЦРИ. Как известно, группа линейных инерционных звеньев называется так потому, что выходные и входные сигналы этих звеньев могут быть определены путем решения линейных однородных дифференциальных уравнений и соответственно выходной сигнал выражается через входной с помощью линейных однородных операторов. Линейность означает, что к системе применим принцип суперпозиции, т.е. реакция системы на сумму воздействий равна сумме реакций каждого воздействия. Простейшим видом воздействия на систему которая рассматривается в работе это подача на вход сигналов.

Новый подход для решения проблем изложенный в гипотезе заключается в следующем. Установлено, что если рассматривать, как этот процесс будет выглядеть в трехмерном пространстве для создания в

перспективе объемных изображений, то нужно ввести прямоугольную систему координат, у которой по одной оси отложены значения f_ϕ , а по двум другим - значения ω_1, ω_2 (рис. 1). Это необходимо с целью моделирования визуальной информации на дисплее в кабине самолета.

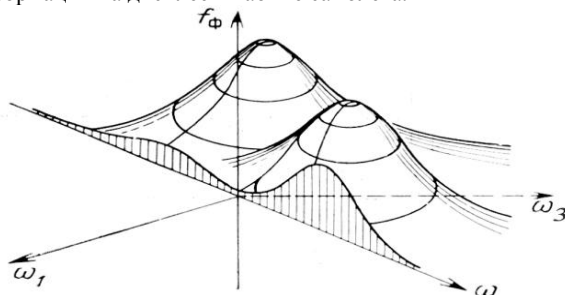


Рис.1. В трехмерном пространстве представим прямоугольную систему координат и рассмотрим двухмерное преобразование Фурье.

Проведем плоскость, перпендикулярную плоскости $\{\omega_1, \omega_2\}$ и проходящую через начало координат, такую, что линия ее пересечения с плоскостью $\{\omega_1, \omega_2\}$ составляет с осью ω_1 угол, равный ϕ . В сечении этой плоскости со значениями функции $f_\phi(\omega_1, \omega_2)$ получается некоторая одномерная функция, зависящая от положения точки на этой прямой и от ее расстояния до начала координат. Если это расстояние равно ω , то координаты точки этой прямой в плоскости $\{\omega_1, \omega_2\}$ равны:

$$\omega_1 = \omega \cos \phi, \omega_2 = \omega \sin \phi \quad (2)$$

Следовательно, данная функция одной переменной получается из функции двух переменных $f_\phi(\omega_1, \omega_2)$ подстановкой $\omega_1 = \omega \cos \phi, \omega_2 = \omega \sin \phi$ и равна $f_\phi(\omega \cos \phi, \omega \sin \phi)$. Величина ϕ проявляет себя в этом выражении как некоторый параметр. В дальнейшем о такой функции будем говорить как о функции, описывающей двухмерное преобразования Фурье исходной функции $f(x, y)$, соответствующего данному значению ϕ .

Приведенные выше рассуждения показывают тот путь, на котором можно найти решение сформулированной задачи по обработке функции $f(x, y)$. В задачах в CALS-технологиях временная или пространственная дельта-функция может быть представлена либо как нормированная по энергии равномерная по плоскости мгновенная во времени вспышка света в процессе ЭЦРИ, либо как нормированная по мощности бесконечно малая по размерам бесконечно яркая точка на плоскости экрана дисплея. Испытание системы на гармонические входящие сигналы позволяет получить так называемую передаточную функцию. Пространственная передаточная функция оптической системы иногда совпадает с ранее известной специалистам частотно-контрастной характеристикой системы. Передаточная функция и импульсная характеристика системы взаимосвязаны, зная одну из них, пользуясь преобразованиями Фурье, можно определить другую, что было сделано в процессе экспериментов. Звеном процесса назовем часть процесса,

выполняющую отдельную операцию. Рассмотрим результаты экспериментов, что дает возможность представления процесса ЭЦРИ в виде совокупности системы элементарных звеньев. В этом процессе производятся следующие операции: освещение оригинала, изменение масштаба изображения полетной информации, накопление в памяти изображения полетной информации и затем преобразование этого изображения. Соответствующие им звенья могут быть такие: временной усилитель, звено изменения масштаба, временной интегратор и ограничитель. Общая схема одного из элементов процесса представлена на (рис. 2)

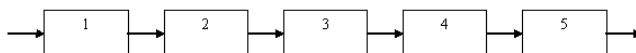


Рис.2. Структурная схема фрагмента процесса ЭЦРИ:

1- усилитель; 2 – преобразователь масштаба; 3 – пространственный фильтр; 4 – временной интегратор; 5 – ограничитель.

В случае осуществления процессов растривания производится перемножение (свертка) непрерывного сигнала изображения с импульсным (периодическим или аperiodическим) сигналом раstra. Эквивалентная схема процесса автотипного растривания может быть представлена в общем виде (рис.3).

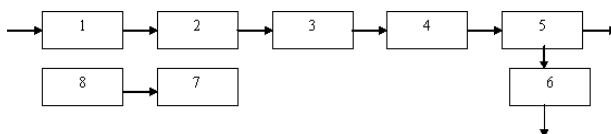


Рис.3. Структурная схема автотипного растривания:

1 – усилитель; 2 и 4 – пространственные фильтры; 3 – перемножитель; 5 – интегратор; 6 – ограничитель; 7 – генератор растровых импульсов; 8 – генератор отсчетов.

Гипотеза решения проблем. Обозначим, что из группы линейных инерционных звеньев действующего моделирующего комплекса следует упомянуть звенья задержки сигнала во времени или передаточная функция пространственного звена задержки, где λ – параметр задержки. Такие звенья используются в исследуемом процессе при решении проблем совмещения изображений полетной информации. Считаем, что для линейных систем и звеньев, состоящих из линейных звеньев, сигналы на выходе, их средние значения, автокорреляционная функция и плотность распределения (при условии стационарности входного сигнала) могут быть определены с помощью операторов, интегралов Дюамеля, переходных и передаточных функций. Такой анализ передачи сигналов изображений полетной информации возможен лишь для систем, состоящих только из линейных звеньев. Второй тип нелинейных звеньев, который участвует в преобразовании сигналов изображения полетной информации в задачах CALS-технологий, это перемножитель. Во всех случаях, когда проводится анализ сигналов изображения полетной информации в величинах яркости, коэффициентов пропуска (а не оптических плотностей) при совмещении

двух изображений, сигналы перемножаются. Перемножение двух сигналов относится к нелинейным операциям и отражается в структурных схемах соответствующим звеном – перемножителем.

Выводы

Перспективы дальнейших исследований в научном направлении обработки изображений полетной информации заключаются в том, что впервые предложено нетрадиционный подход к решению проблем с помощью создания современных элементов теории. Это позволяет предложить более точные расчеты типовых звеньев структурных схем, моделирующих процессы преобразования изображений полетной информации. Для некоторых процессов, можно избежать появления в структурных схемах нелинейных звеньев. Действительно, если анализ преобразования сигналов производить в величинах эквивалентных оптических плотностей и считать, что эти величины не выходят за пределы прямолинейной части ограничителя, то схему можно рассматривать как линейную, а сигнал подчиняющимся определенным граничным условиям. Естественно, что перемножитель при этом становится простым сумматором. Конечно структурные схемы для первичного и логарифмически преобразованного сигналов будут в принципе отличны друг от друга. Такая возможность, конечно, не распространяется на многие процессы и потому все же приходится анализ преобразования сигналов проводить и в случае наличия нелинейных звеньев. Одним из наиболее эффективных методов исследования преобразования сигналов в различных структурных схемах является метод моделирования их с помощью ПЭВМ.

Список литературы

1. Оптимальні процедури розпізнавання. Обґрунтування процедур індуктивного виводу/Гупал А. М., Сергієнко І. В.//Кибернетика и системный анализ. — 2003. — № 1. — С. 33–39.
2. Про просторово-часову ефективність цифрових дерев з адаптивним багато-розрядним гілкуванням / Різник Ю. О. // Кибернетика и системный анализ. — 2003. — № 1. — С. 177–188.
3. Структурный анализ методик построения регрессионных моделей по временным рядам наблюдений / Бидюк П.И., Зворыгина Т. О. // УСиМ. — 2003. — № 2. — С. 93-99.
4. Ситник О.Г., Юрченко О.С., Вирішення математичних проблем, які використовуються при дослідженні складних систем експлуатації, обслуговування і ремонту бортового електронного обладнання літаків//АВТОМАТИКА–2006: Тез докл. ХІІІ Міжнародної конференції з управління. 25–28 вересня 2006р.–Вінниця, Т. 2. 2006.–184 с.
5. Информационные технологии в наукоемком машиностроении / Под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка, – 2001. – 718 с.
6. CALS в авиастроении / А.Г. Братухин, Ю.В. Давыдов, Ю.С. Елисеев и др. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 304с.

*А. Аль-Амморі, д.т.н., А.Є. Клочан, аспірант
(Національний транспортний університет, Україна)*

Принцип роботи блоку вимірювання поляриметричної навігаційної системи

Робота присвячена розгляду проблеми підвищення точності визначення навігаційних параметрів польоту повітряного судна. В роботі запропоновано поляриметричний метод визначення навігаційних параметрів польоту повітряного судна та розглянутий принцип роботи блоку вимірювання поляриметричної навігаційної системи, яка реалізує запропонований метод.

Вступ. На сьогоднішній день спостерігається тенденція до динамічного розвитку галузі авіаперевезень за рахунок підвищення мобільності населення, розвитку національного та міжнародного туризму, зростання ділової активності підприємств та процесу глобалізації. За даними ІКАО щороку спостерігається зростання об'єму регулярних пасажирських та вантажних перевезень. За 2015 рік [1] відмічено приріст об'єму вантажних перевезень на 1,7% та приріст об'єму пасажирських перевезень на 7,1%. Основними перевагами авіаперевезень, які виділяють його поміж інших видів транспортних перевезень є висока надійність, висока швидкість доставки, найкраща збереженість вантажу, найбільш короткі маршрути перевезення. До недоліків авіаперевезень відносять високу собівартість, матеріалоємність та енергоємність перевезень, залежність від метеорологічних умов та інші.

Подальше підвищення інтенсивності авіаперевезень потребує підвищення ефективності та безпеки польотів. Одним із напрямків підвищення безпеки та ефективності польотів є забезпечення всеосяжного та ефективного аеронавігаційного обслуговування [2]. Це дозволить скоротити тривалість та оптимізувати маршрути польоту. До аеронавігаційного обслуговування відноситься обслуговування повітряного руху, технічне забезпечення, обслуговування аеронавігаційною інформацією та метеорологічне обслуговування. В даній роботі основну увагу приділено аспектам технічного забезпечення. Технічне забезпечення включає комплекс заходів спрямованих на своєчасне формування інформації про повітряну обстановку та її видача екіпажам повітряних суден (ПС) та на пункти управління авіацією з метою забезпечення навігації, зльоту та посадки ПС [3]. До технічного забезпечення входить забезпечення зв'язку, навігації та спостереження. В даній роботі буде розглядатись навігаційне забезпечення польоту ПС.

Аеронавігація – галузь науки про методи та засоби керування ПС на різних етапах польоту та визначення параметрів його руху. До основних етапів польоту ПС відносяться зліт, набір висоти, політ по маршруту, зниження, захід на посадку та посадка. До навігаційних параметрів руху ПС відносяться геометричні величини та їх похідні, які характеризують орієнтацію, положення та рух ПС навколо центру мас та в просторі. До основних навігаційних параметрів, які визначаються під час польоту, відносяться координати, висота

(абсолютна, відносна, істинна), курс (магнітний, істинний, ортодромічний), швидкість (приладова, істинна, шляхова), просторове положення (кути курсу, тангажу, рискання, атаки, ковзання) та інші.

Одним з перспективних напрямків підвищення ефективності авіаперевезень є концепція «Free flight». Вона передбачає передачу екіпажам ПС свободу оперативного вибору траєкторії руху по маршруту, швидкості та профілю польоту[4]. Застосування цієї концепції дозволить більш гнучко і раціонально використовувати повітряний простір та може підвищити ефективність і забезпечити щорічну економію в кілька мільярдів доларів за рахунок зниження витрати палива та часу польоту. Застосування цієї концепції передбачає ущільнення потоку авіатранспорту. Це, в свою чергу, висуває вимоги до підвищення точності визначення координат та положення повітряного судна в просторі, а також завчасного попередження про можливі конфліктні ситуації, з метою забезпеченні необхідного рівня безпеки польотів

Існуючі методи визначення навігаційних параметрів ПС. Методи визначення навігаційних параметрів польоту ПС умовно можна розділити на автономні та неавтономні. Автономні методи характерні тим, що визначення навігаційних параметрів здійснюється за рахунок використання лише бортового обладнання. Визначення навігаційних параметрів за допомогою неавтономних методів відбувається за рахунок використання інформації від зовнішніх навігаційних засобів. В залежності від фізичного принципу дії, технічні засоби навігації можна розділити на 5 основних груп: геотехнічні, інерційні, радіотехнічні, астрономічні, світлотехнічні. Кожна з цих груп обладнання має певні особливості роботи і використовуються на визначених етапах польоту. Сучасний етап розвитку авіатехніки характеризується комплексним використанням технічних засобів навігації з різними фізичними принципами дії. Це дозволяє значно зменшити похибку визначення навігаційних параметрів та скоротити час налаштування навігаційної системи.

Для визначення навігаційних параметрів польоту ПС при польоті по маршруту, вирішенню яких присвячена дана робота, найбільше розповсюдження отримали радіотехнічні та інерційні засоби навігації. Радіонавігаційні засоби характеризуються високою точністю роботи в будь-яких метеоумовах, в будь-який час доби, року і на різних відстанях, але потребують наявності джерела радіохвиль – радіомаяка. Інерційні навігаційні засоби характеризуються відносно високою точністю та чутливістю, відносно малими масою та габаритами, але вони накопичують помилки з часом. Комплексне використання інерційних і радіонавігаційних систем забезпечує підвищення точності визначення навігаційних параметрів польоту літака.

Постановка проблеми. Зростання об'єму авіаперевезень та впровадження концепції «Free flight» викликає появу потенційної потреби в ущільненні потоку авіатранспорту. Це, в свою чергу, може призвести до зниження безпеки польотів за рахунок зіткнення ПС при критичній щільності авіатранспорту в повітряному просторі. Забезпечення безпеки, в цьому випадку, можливе за рахунок прогнозування траєкторій руху ПС та підвищення точності визначення координат ПС. Таким чином виникає потреба у вдосконаленні існуючих або розробці нового методу визначення координат

ПС, щоб забезпечити підвищення точності їх вимірювання. Особливо важливим є підвищення точності вимірювання координат ПС в локально обмежених зонах: в зоні аеропорту, навколо поворотних пунктів маршруту, поблизу зони перетину повітряних трас та в інших зонах повітряного простору з високою щільністю ПС.

Основна частина.

За останні роки оптичні методи вимірювання знайшли широке використання в різних областях науки і техніки і сфера їхнього застосування інтенсивно розширюється. Це пов'язане з їхніми перевагами. Оптичні методи вимірювання мають наступні переваги: висока швидкість проведення вимірювань, неруйнівний контроль, безконтактність вимірювань, висока точність і чутливість вимірювання та інші. Одним із напрямків застосування оптичних методів вимірювання для визначення координат ПС є використання оптичних гіроскопів: волоконно-оптичних гіроскопів та кільцевих лазерних гіроскопів. Їх принцип дії ґрунтується на ефекті Саньяка. Цей ефект полягає в зміні різниці фаз двох протилежно направлених світлових хвиль, які розповсюджуються в замкнутому контурі при повороті контуру навколо нормальної до нього осі. Оптичні гіроскопи є автономними засобами і відносяться до інерційних навігаційних засобів та характеризуються високою точністю, чутливістю та стабільністю, відносно невеликим уходом гіроскопа з часом – 0,001 градус за годину. До недоліків кільцевих лазерних гіроскопів відносяться висока потужність, складність технології їх виготовлення, відносно великі маса та габарити. До недоліків волоконно-оптичних гіроскопів відноситься зворотне розсіювання, вплив температури, вібрації, магнітних та електричних полів на якість їх роботи

Поляриметричний метод вимірювання є одним з найчутливіших оптичних методів вимірювання і полягає в вимірюванні поляризаційних властивостей поляризованого випромінювання: степеня поляризації, азимута площини поляризації, еліптичності та інші, після його взаємодії з досліджуванним об'єктом. Він дозволяє вимірювати поворот площини поляризації випромінювання з точністю до $0,0005^\circ$ [5]. Можливість застосування поляриметричного методу вимірювання для вирішення навігаційних завдань розглядається авторами в роботі [6].

Поляриметричний метод визначення навігаційних параметрів польоту повітряного судна полягає в наступному. На навігаційному маяку розміщується блок випромінювання, який випромінює лінійно поляризоване випромінювання з певною апертурою розсіювання в вертикальній площині та мінімальною апертурою розсіювання в горизонтальній площині. При цьому, азимут площини поляризації випромінювання залежить від напрямку діаграми випромінювання. На борту ПС розміщується блок вимірювання, який приймає випромінювання з навігаційного маяка та обчислює азимут площини поляризації та кут падіння випромінювання. При цьому кут падіння випромінювання залежатиме від висоти польоту, тангажу ПС, курсового кута радіостанції та дальності до нього, а азимут площини поляризації буде напрямку зв'язаний з пеленгом навігаційного маяка. Запропонований метод базується на використанні фізичних властивостей штучних електромагнітних

хвиль оптичного діапазону, які поширюються у просторі і по принципу дії відносяться до неавтономним методів, а систему, яка реалізує даний метод, відповідно до вище наведеної класифікації можна віднести до радіотехнічних засобів навігації.

Практична реалізації поляриметричного методу визначення навігаційних параметрів передбачає створення поляриметричної навігаційної системи, яка складається з двох основних блоків: блоку випромінювання та блоку вимірювання. Блок випромінювання розташовується на наземному маяку і призначений для випромінювання поляризованого променя з визначеним значенням азимуту площини поляризації. Блок вимірювання розташовується на борту ПС і призначений для вимірювання азимута площини поляризації променя та обчислення пеленгу навігаційного маяка. Блок випромінювання складається з двох каналів і забезпечує випромінювання двох лінійно поляризованих променів, які відрізняються довжиною хвилі та азимуту площини поляризації. Блок вимірювання складається з двох ідентичних каналів: кожен з яких налаштований на вимірювання азимута площини поляризації випромінювання відповідного каналу блоку випромінювання. В даній роботі розглянемо принцип дії блоку вимірювання. Блок схема каналу блока вимірювання наведена на рисунку 1.

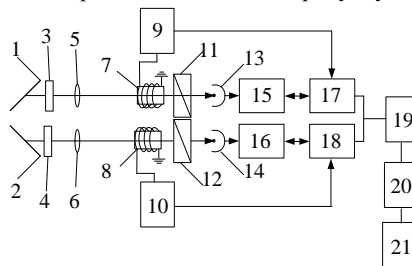


Рисунок 1 Блок схема каналу блока вимірювання

Канал блоку вимірювання складається з плоских діелектричних пластини 1 та 2, які призначені для повороту площини поляризації в залежності від кута падіння і азимута площини поляризації падаючого променя, вони забезпечують отримання первинної інформації про кут падіння і азимут площини поляризації випромінювання; оптичних фільтрів 3 та 4, які призначені для пропускання довжини хвилі випромінювання відповідного каналу блока випромінювання; фокусуючих лінз 5 та 6, які призначені для фокусування випромінювання на комірки Фарадея 7 та 8; комірок Фарадея 7 та 8, які призначені для модуляції поляризованого випромінювання в змінному магнітному полі; звукових генераторів 9 та 10, які призначені для формування керуючих сигналів, які подаються на комірки Фарадея 7 та 8; аналізаторів 11 та 12, які призначені для визначення азимута площини поляризації випромінювання; фотоприймачів 13 та 14, які призначені для перетворення азимута площини поляризації в електричний сигнал; вузькосмугових підсилювачів 15 та 16, які призначені для посилення електричного сигналу; синхронних детекторів 17 та 18, які призначені для підвищення чутливості

вимірювання і забезпечують вимірювання «по нулю сигналу»; мікроконтролеру 19, який призначений для первинної обробки результатів вимірювань; блока зберігання 20, який призначений для збору та зберігання результатів вимірювання; обчислювача 21, який призначений для здійснення математичних обчислень.

Висновок.

В роботі запропоновано поляриметричний кутомірний метод визначення навігаційних параметрів польоту, а саме, координат ПС. Цей метод може потенційно підвищити точність та чутливість визначення навігаційних параметрів польоту повітряного судна. Запропонований метод може використовуватись при кутомірному та кутомірно-далекомірному методі визначення координат ПС. Також у статті запропоновано поляриметричну навігаційну систему, яка реалізує даний метод та розглянутий принцип роботи блок-схеми блоку вимірювання.

Відмінність запропонованої поляриметричної системи від оптичних гіроскопів полягає в різному принципі дії: оптичні гіроскопи – автономні засоби, поляриметрична система – неавтономна, та в різному фізичному принципі дії: робота оптичних гіроскопів ґрунтується на ефекті Саньяка, а робота поляриметричної навігаційної системи – на формулах Френеля. Комплексне використання оптичних гіроскопів та засобів поляриметричної навігаційної системи дозволить значно підвищити точність, чутливість та достовірність інформації про навігаційні параметри польоту ПС.

Список літератури

1. Annual Report of the ICAO Council: 2015
2. Air Navigation Report 2016 Edition, 2016
3. Правила організації радіолокаційного забезпечення польотів державної авіації України.
4. Чепіженко В. І. Роль сучасних концепцій трансформації CNS/ATM систем у забезпеченні автономних польотів повітряних кораблів / В. І. Чепіженко , В. О. Волкогон // Actual Problems of Automation and Information Technologies – 2015. – Т. 19, С. 112–120.
5. М. Asanov, V. Rogozhin, A. Skrypets, V. Tronko “Estimation of accuracy characteristics of onboard vertical meters based on photopolarimetric method”. Electronics and control systems, **3 (34)**, 46–50, 2012.
6. A. Klochan, A. Al-Ammouri, V. Romanenko, V. Tronko “Application of polarimetry in aviation navigation systems” in IEEE 4th International conference « Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)», Kyiv, Ukraine, 2015.

Оптимізація виконання процедур льотної експлуатації при виникненні особливих польотних ситуацій

Анотація. Запропоновано проводити класифікацію процедур льотної експлуатації, які має виконувати екіпаж, при розслідуванні авіа пригод; виявлено проблему операційного навантаження членів екіпажу, що пов'язана зі специфікою роботи пілотів, а також приведено шляхи його зменшення.

Галузь повітряного транспорту відіграє важливу роль в світовій активності та розвитку. Сучасна авіаційна промисловість випускає дуже надійне обладнання. Піднімаючись на борт повітряного судна, пілот стає складовою частиною системи «людина – машина – середовище» і для успішного польоту він не менш важливий, ніж поверхні управління.

Властиві авіаційній техніці складні швидкоплинні процеси мають велику кількість змінних параметрів, які необхідно контролювати і враховувати в управлінні повітряним судном, та які вимагають від пілотів таку швидкість прийому та обробки інформації, що перевищує їх фізіологічні та фізичні можливості. Ігнорувати пілота під час передпольотної підготовки так само безглуздо, як не перевирити поверхні управління або будь-які інші життєво важливі частини літака. Але пілот сам несе відповідальність за визначення своєї льотної придатності перед тим, як він увійде в кабіну пілотів для виконання польоту.

У результаті дії несприятливих зовнішніх чинників і деградуючих внутрішніх процесів може виникнути *особлива польотна ситуація*, яка має чотири види за ступенем небезпеки: ускладнення умов польоту, складна ситуація, аварійна ситуація, катастрофічна ситуація [4]. Зародження особливої ситуації в польоті починається з впливу одного окремого несприятливого чинника, а потім в результаті їх поєднання і накопичення це призводить до зниження рівня безпеки польотів. Комісія з розслідування авіакатастроф ніколи не висвітлює в остаточному звіті лише один фактор, внаслідок якого сталась особлива ситуація, тому можна сказати, що на ряду з технічними та антропогенними чинниками стоїть поняття факторних накладок.

Відповідно до *Норм Льотної Придатності* (НЛП) літаків транспортної категорії (АП-25) складні ситуації характеризуються [1] :

1. Помітним погіршенням характеристик та/або виходом одного чи декількох параметрів за експлуатаційні межі, але без досягнення граничних обмежень;

2. Зменшенням здатності екіпажу впоратися з несприятливими умовами, як при збільшенні робочого навантаження, так і через умови, які знижують ефективність дій екіпажу.

Запобігання переходу складної ситуації в аварійну чи катастрофічну в процесі польоту забезпечується лише вірними і своєчасними діями членів

екіпажу відповідно до керівництва з льотної експлуатації повітряного судна. В додаток до всього пілоти повинні негайно змінити план, профіль і режим польоту, але це не має потребувати від членів екіпажу надмірних зусиль та незвичних прийомів пілотування [1].

Особливу увагу при аналізі авіа пригод можна звернути на людський фактор. Відсунувши на другий план психологічні та фізіологічні характеристики членів екіпажу, що виникають під час особливої ситуації, виділимо процедури льотної експлуатації, які має виконувати екіпаж (Таблиця 1).

Таблиця 1

Процедура виконана:		Процедура не виконана:	
1	неправильно	1	через відсутність сповіщення
2	помилково	2	при наявності сповіщення
3	неуважно	3	через неуважність
4	зі зволіканням	4	так як пілоти забули її виконати
5	правильно, з дотриманням НЛП, але не в місці поломки	5	так як пілоти знехтували необхідністю її виконання
6	з запізненням	6	так як вона не прописана в НЛП
7	з перевищенням допусків НЛП	7	через незнання конструктивних особливостей ПС

Виділивши декілька авіакатастроф (Таблиця 2), можна провести їх класифікацію за даними Таблиці 1.

Таблиця 2

№	Назва авіаційної пригоди	Класифікація проведених/не проведених дій
1.	Катастрофа Boeing 737 під Пукальпою (2005 рік)	<p>1. Процедура виконана неправильно: рішення екіпажу продовжити візит на аеропорт в умовах шторму.</p> <p>2. Процедура не виконана так як пілоти забули її виконати: відсутність дій екіпажу щодо запобігання подальшого зниження при вертикальній швидкості понад 50 м / хв, що призвело до спрацювання сигналу попередження про зближення з землею (GPWS).</p> <p>3. Процедура виконана неправильно: рішення екіпажу не обходити шторм, не йти на інший аеропорт.</p> <p>4. Погане технічне обслуговування ПС: втрата видимості через розбитий сильним градом вітрового скла.</p>

2.	Аварійна посадка Ту-204 в Москві (2010 рік)	<p>1. Процедура не виконана так як пілоти знехтували необхідністю її виконання: пілоти не повідомили диспетчеру про відмову автопілота.</p> <p>2. Погана професійна підготовка: недостатню підготовку для посадки при граничному метеомінімумі.</p> <p>3. Технічні несправності: відмова обчислювальної системи управління польотом.</p> <p>4. Процедура не виконана так як пілоти забули її виконати: відхід на інший аеропорт, відхід на друге коло.</p> <p>5. Незадовільні відносини між членами екіпажу.</p>
3.	Аварія А340 в Торонто (2004 рік)	<p>1. Процедура не виконана через відсутність в НЛП: Відсутність в Air France процедур, пов'язаних з виконанням заходу на посадку під час грози.</p> <p>2. Процедура виконана неправильно: другий пілот відреагував на зменшення швидкості і зниження літака збільшенням режиму двигунів (збільшення тяги літака - відхилення вище глісади).</p> <p>3. Процедура не виконана через неухважність: Відсутність реакції на зміну напрямку вітру зі швидкістю 10 вузлів, що в результаті змінив траєкторію польоту і пересік ЗПС на 40 футів вище вказаного порогу.</p> <p>4. Процедура не виконана так як пілоти забули її виконати: члени екіпажу не розглядали варіант відходу на друге коло; екіпаж не розрахував посадкову дистанцію, необхідну для злітно-посадкової смуги №24L.</p> <p>5. Процедура виконана із запізненням: Застосування реверсу тяги було запізнитим, як і застосування повного реверсу тяги.</p>

У реальному польоті на ЛА, крім керуючих сил і моментів, що залежать від переміщення органів керування і їх станів, завжди діють випадкові збурення, зумовлені різними чинниками. До них належать випадкові складові сил і моментів рухомої установки, а також аеродинамічні сили і моменти, що з'являються внаслідок турбулентності атмосфери, порушення первісної аеродинамічної поверхні апарата чи відмов і пошкоджень у системі керування польотом.

У катастрофічних ситуаціях, що передують зіткненню ЛА з перешкодою, можна було б уникнути важких наслідків, якби екіпаж мав можливість ефективно і майже миттєво змінити динамічні властивості керування польотом. Цього можна досягти, застосувавши активні методи керування польотом з одночасною його реконфігурацією стосовно ситуації, що розвивається, у польоті. При правильній послідовності виконання інструкцій з керівництва з льотної експлуатації, катастрофи можна було б уникнути чи попередити.

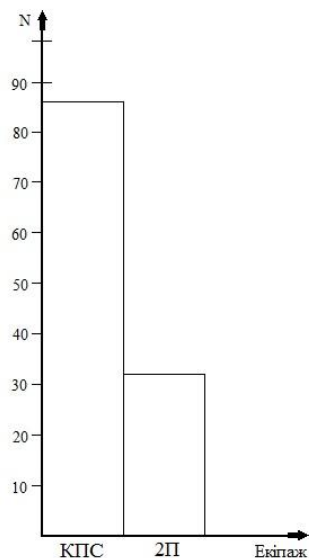


Рис. 1. Узагальнений розподіл операційного навантаження авіаційної пригоди №3. Аварія А340 в Торонто

При виникненні двох-трьох, а то і більше відмов, виникає «*факторна накладка*» (комплекс одночасно діючих факторів), в результаті якої спостерігається велике операційне перенавантаження членів екіпажу. В даному випадку, що зображений на Рис.1., у вигляді стовпчикової діаграми, взято реальний приклад, який яскраво показує, що фізично командир ПС має виконати понад 80 операцій (N), а другий пілот – понад 30 операцій, для відновлення нормального режиму польоту. З фізичної точки зору, майже неможливо при такій кількості дій, які треба виконувати одна за одною в надзвичайній ситуації, завершити безпечно політ.

Проблема операційного навантаження членів екіпажу пов'язана зі специфікою роботи пілотів – підвищена напруженість, особливий характер пілотування при дефіциті часу та поганих метеоумов, вона характеризується великою кількістю дій, які має виконати член екіпажу. Виникає операційне навантаження в результаті появи факторних накладок в польоті, які, в свою чергу, супроводжують особливі ситуації в польоті.

Проаналізувавши діаграму на рис. 1, наявно видно, що основне навантаження приходить на командира ПС в особливих ситуаціях в польоті. Для зменшення навантаження на командира ПС необхідно при розробці керівництва з льотної експлуатації розподіляти обов'язки між членами екіпажу, та враховувати можливість комплексних відмов.

Одним зі шляхів підвищення ефективності підготовки членів екіпажу є професійне навчання пілотів за критерієм протидії факторним накладкам та розробка шляхів для оптимізації процедур льотної експлуатації.

Для виявлення кількості процедур, які б не перенавантажували пілота, необхідно порівнювати його польоти при дії факторних накладок (комплексних відмов на тренажерах) і при їхній відсутності. При подальшій розробці оптимізації – показувати і акцентувати увагу на наявності даного явища для зняття в наступних польотах. Тому необхідна програма для виявлення дії факторних накладок із метою підвищення безпеки польотів.

Висновки

Розробка оптимізації для виконання процедур льотної експлуатації в особливих умовах польоту необхідна для зменшення інформаційного та операційного навантаження на членів екіпажу.

Досягти цього можна наступним чином:

1. професійне навчання пілотів за критерієм протидії факторним накладкам;
2. розробка програми для виявлення дії факторних накладок;
3. розробка рекомендацій пілотам при виникненні складної ситуації;
4. застосування методу адаптивного керування з використанням інтелектуальних технологій.

Застосування всіх цих методів і рекомендацій дозволить підвищити ефективність льотної підготовки при дії факторних накладок з операційним перенавантаженням та покращить рівень безпеки польотів і охорони льотної праці, тому що мова йде про 70% пілотів, які не вміють себе правильно вести при виникненні особливих ситуацій в польоті.

Список літератури

1. Руководство по летной эксплуатации Ту-204-300. Книга 2.
2. 737 NG Flight Crew Training Manual.
3. ICAO Safety Report 2016 Edition. – 2016.
4. Нормы лётной годности гражданских самолётов СССР (НЛГС - 3). Межведомственная комиссия по нормам лётной годности гражданских самолётов и вертолётотв СССР. — 3-е издание. — 1984. — 464 с.

*А.Г. Ситник, к.т.н., доц. каф. авіоніки (ННІАН НАУ, Україна)
Л.М. Ситнянських, ст. викладач каф. авіоніки (ННІАН НАУ, Україна)*

Екомоніторинг повітряного простору навколишнього середовища за допомогою БПЛА

Теоретичні аспекти виникнення проблем оцінки повітряного стану навколишнього середовища за допомогою експертних процедур є актуальною темою вивчення. Вирішення проблем впливу параметрів і характеристик газової суміші на забруднення повітряного стану навколишнього середовища та особливості критеріїв їх оцінки потребує роз'яснення багатьох теоретичних моментів.

В процесі екомоніторингу БПЛА забруднення повітряного стану навколишнього середовища вирішуються наступні основні типи задач:

- виявлення і контроль інтенсивності викидів газів промисловими підприємствами в атмосферу;
- виявлення і контроль інтенсивності викидів природного і техногенного забруднення повітряного простору;
- виявлення і контроль визначення прозорості атмосфери для цілей атмосферної корекції космічних і авіа знімків.

Постановка проблеми. Пропонується коректна постановка завдання дослідження, яке полягає в тому, щоб не тільки промодельовати процеси забруднення повітряного стану навколишнього середовища, які відбуваються в складній системі формування змісту отруйних речовин (ОР), але і за допомогою моніторингу і реєстрації БПЛА проводити оцінку зображення навколишнього середовища по кінцевому результату дії на природу і людей.

Мета дослідження. Необхідність визначення мети дослідження дозволить коректно формалізувати задачу, які вирішуються системою реєстрації БПЛА для оцінки стану забруднення повітряного простору, основні фактори, які оцінюються і визначають ефективність її функціонування та умови, які обмежують її можливості. Нехай $x \in \Omega$ – альтернатива в завданні оцінки m критеріїв забруднення повітряного простору. Пропонуються рекомендації, які стосуються вимог до оцінок достовірності моніторингу і реєстрації БПЛА стану забруднення повітряного простору:

1. Незміщеність. Оцінка не повинна містити систематичної похибки, яка перебільшує чи переменшує значення параметра для всіх виборів ОР. Якщо дійсне значення параметра означити як α , а його оцінку як $\hat{\alpha}$, то вимога незміщеності запишеться у вигляді

$$M(\hat{\alpha}) = \alpha. \quad (1)$$

2. Переконливість. Оцінка $\hat{\alpha}$ повинна наближатися до значення параметра α із збільшенням обсягу вибірки. Це означає, що імовірність того, що різниця $|\hat{\alpha} - \alpha|$ буде менша деякого довільного числа $\varepsilon > 0$, прагне до одиниці при $n \rightarrow \infty$, тобто

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\{|\hat{\alpha} - \alpha| < \varepsilon\} = 1. \quad (2)$$

3. Ефективність. З усіх переконливих і незміщених оцінок треба віддавати перевагу тій, яка найбільш близька до параметра, що оцінюється, тобто при якій великі відхилення при використанні різних виборів зустрічались би якомога менше. Математично це означає вимогу мінімальної дисперсії оцінки

$$D(\hat{\alpha}) = \min. \quad (3)$$

Науковий результат, який отриманий на підставі застосування теорії і науково-методичного апарату дослідження полягає в розкритті механізму оцінки параметрів і характеристик газової суміші в складі ОР повітряного простору в межах кожного з класів, тому можна визначити велику кількість показників, які розрізняються в залежності від призначення і задач дослідження. Вважаємо, що в кожному конкретному випадку вибір показника для системи реєстрації БПЛА потребує спеціального підходу і дослідження. Це пояснюється також іншим рядом причин:

- організаційними труднощами збирання та обробки відомостей;
- трудомісткістю досліджень;
- недостатньою чутливістю та точністю контролюючої і реєструючої апаратури БПЛА, яка викликає хибні відмови;
- не завжди високою кваліфікацією виконавців.

Встановлено [6], що в багатьох випадках ці причини не дозволяють одержати вірогідні характеристики ОР. Іноді важко здійснювати спостереження за допомогою БПЛА за станом окремих ділянок повітряного простору навколишнього середовища у зв'язку з неможливістю своєчасного виявлення прихованих помилок (наприклад, під час польоту БПЛА). Таким чином, перелічені причини визначають необхідність широкого застосування у комплексі авіаційних, космічних і систем моніторингу БПЛА повітряного стану, наприклад, навколишнього середовища аеропорту.

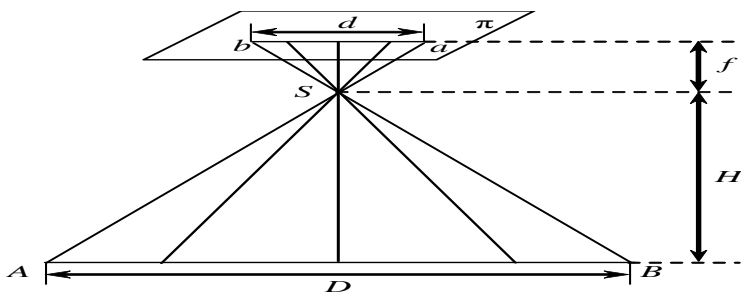


Рис. 1. Визначення масштабу аерознімку в процесі моніторингу БПЛА з використанням принципів побудови зору людини та його механізму для мікросканування усього поля зображень

Розглянемо визначення масштабу аерознімка БПЛА як відношення довжини d деякого зображеного на ньому відрізка ab до довжини D цього самого відрізка AB на земній поверхні. Центр проектування S , в якому

перебуває об'єктів пристроїв візуалізації інформації БПЛА, на літаках і космічних станціях, міститься на фокусній відстані f від картинної площини π аерофотознімка і на висоті зйомки H від земної поверхні. З подібності трикутників bSa і BSA випливає, що $\frac{d}{D} = \frac{f}{H}$. Отже, масштаб m аерознімка

буде $n = \frac{H}{f}$, або $\frac{1}{n} = \frac{f}{H}$. При звичайному візуальному спостереженні роль

об'єктива виконують очі людини, а центром проєкції є точка зору. Одним із шляхів отримання високоякісної інформації є шлях лабораторних досліджень, який дає можливість проводити експеримент на протязі дуже короткого часу, багаторазово повторювати та видозмінювати його і замінити реальну картину екологічного стану повітряного простору, наприклад, навколишнього середовища аеропорту за допомогою моніторингу і реєстрації забруднення БПЛА.

Для побудови запропонованої теорії використано модель ідеального газу. На основі цієї моделі і законів класичної механіки виведено основне рівняння газів

$$p = nkT. \quad (4)$$

Його називають основним, бо з нього виводяться інші газові закони, зокрема рівняння Клапейрона-Менделєєва, з якого випливають газові закони Авогадро, Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Дальтона, Шарля.

$$p = \bar{p} = \frac{1}{3} m n_0 \bar{v}^2 = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{2}{3} n \bar{E}_k. \quad (5)$$

Це рівняння встановлює зв'язок між тиском p ідеального газу, масою молекули m_0 , концентрацією молекул n , середнім значенням квадрата швидкості і середньою кінетичною енергією поступального руху молекул. Тому тиск суміші газів дорівнює

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots)kT. \quad (6)$$

де n_1, n_2, n_3, \dots – концентрації молекул різних газів в суміші.

Експериментально встановлений на початку XIX століття закон Дальтона: тиск в суміші хімічно не взаємодіючих газів рівний сумі їх парціальних тисків.

Після математичних перетворень перепишемо основне рівняння та використовуючи рівність

$$n = \frac{N}{V} = \frac{\nu N_A}{V} = \frac{m}{M} \frac{N_A}{V}, \quad (7)$$

де N – число молекул в посудині, N_A – стала Авогадро,

m – маса газу в посудині, M – молярна маса газу.

У результаті одержимо:

$$pV = \nu N_A kT = \frac{m}{M} N_A kT. \quad (8)$$

Добуток сталої Авогадро N_A на k називається універсальною газовою сталою і позначається буквою R . Її чисельне значення в CI є $R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot K$

$$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT. \quad (9)$$

Науковий аналіз. Перераховані властивості, переваги і недоліки складових частин газових сумішей ОР [6] є наслідком можливості використання в них великої різноманітності газів, які можуть бути не тільки значно краще очищені, але і розраховані по складу і ступеню дії за рахунок управління процесом. У процесі проведення експериментів був використаний системний підхід і на моделюючому комплексі [3] були розглянуті прості газові суміші. З цього виходить, що якщо термодинамічна умова коректна, то неодмінно повинно існувати і механічне рівняння для енергії осцилятора. Осмислення цього феномена привело сучасну фізику до виведення унікального рівняння, названого механічним рівнянням осцилятора, яке було використано в моделі для розрахунків ОР

Іншими словами в об'ємі глобули V_{go} осцилятор володіє зворотньо-поступовим рухом з лінійною швидкістю v_0 , одночасно з цим глобула блукає за займаним газом обсягом із швидкістю u_0 і з частотою коливання осцилятора у середині об'єму глобули f_0 при температурі T_0 . Звільняючись від кореня і після математичних перетворень рівняння енергії осцилятора набуває завершений вигляд і статус основного рівняння гіперчастотної механіки в сучасній фізиці, яке було використано в моделі процесів, які відбуваються в газовій суміші ОР

Загальні висновки

Для вирішення проблем процесів моніторингу і реєстрації БПЛА, забруднення повітряного простору, а також процесів які відбуваються в газовій суміші ОР з метою розрахунків параметрів були введені в досліджувану модель нові представлення сучасної фізики, а також невідомі раніше фахівцям параметри і характеристики структурних елементів газів, уточнені розрахунки їх складу. Це знаменує собою дуже важливий і якісний перехід від дослідження макрооб'єму і процесів, що відбуваються в ОР, до елементарного мікрооб'єму газів, що становить, від статистики до розгляду фізичної суті взаємодії між осциляторами. Встановлено [6], що в експерименті рівномірний розподіл тиску за всім обсягом досліджуваної колби з газовим наповненням в моделі це рівне наповнення енергією всіх глобул, створюючих цей об'єм, яке можливе тільки при впорядкованому русі кожного осцилятора.

Список літератури

1. Базиев Д.Х. Основы единой теории физики.— М.: Педагогика, 1994. — 640 с.
2. Ситник А.Г., Азарсков В.Н. Исследование влияния ионизирующего излучения на механизмы защиты организма человека // Вісник Північного Наукового Центру Транспортної Академії України.. — Вип.8. — К.: ЦНЦ ТАУ, 2005. — С.75-84.
3. Ситник А.Г., Азарсков В.Н. Исследование взаимодействия малых доз радиации с костными тканями человека с целью регистрации изображений на различных твердотельных носителях // Електроніка та системи управління, — № 4 (6). — К.: НАУ, 2005. — С. 126–136.
4. Моделирование эколого-экономических функций структурного типа / Григорків В. С.// Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 1. — С. 160-167.

*Д.В. Смолич, аспірант, М.Е. Кіреєв, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна)*

О.О. Шпилька, к.т.н.

*(Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського», Україна)*

Спектральний метод оцінки ухилів та рівностей покриття аеродромних конструкцій

В роботі, на базі виміряних значень кутів за допомогою MEMS-датчиків, отримується інформація щодо профілю поверхні аеродромних конструкцій і запропоновано метод оцінки її ухилів та рівностей, що дозволяє автоматизувати процес вимірювання.

При теперішніх темпах підвищення ролі авіації в пасажирських і вантажних перевезеннях багато уваги приділяють безпеці польотів. Як відомо найбільш навантаженими (небезпечними) етапами польоту є зліт і посадка. Тому якість покриття аеродромних конструкцій відіграє важливу роль при забезпеченні належного рівня безпеки.

При будівництві нових аеропортів та в процесі експлуатації діючих потрібно забезпечувати високу якість покриття злітно-посадкових смуг, зокрема відповідність параметрів шорсткості, поздовжніх та поперечних ухилів діючим європейським стандартам та нормам ІКАО.

Ухили покриття конструкцій аеродрому перевіряються шляхом застосування трудомістких геодезичних методів з використанням теодоліта, тахеометра, далекоміра, нівеліра [5].

Відповідно до нормативних документів, що регламентують методи вимірювання нерівностей основ і покриттів автомобільних доріг та аеродромів, які діють в Україні, рівність покриттів нормують: за різницею висотних відміток при поздовжньому нівелюванні; за кількістю просвітів під 3-и метровою рейкою; за показниками поштовхоміра та причіпних установок (ПКРС, УДВО-НТУ тощо).

Показник оцінки рівності за різницею висотних відміток при поздовжньому нівелюванні, одержують за даними нівелювання відносних відміток h , точок поверхні покриття або основи дороги в місцях вимірювання через крок $(5,0 \pm 0,2)$ м

До основних недоліків методу поздовжнього нівелювання можна віднести трудомісткість методу оцінки рівності, підвищені вимоги до безпеки робіт, якщо вимірювання відбувається під час експлуатації ЗПС або дороги а також вибірковість характеру оцінки рівності, оскільки метод поздовжнього нівелювання не враховує нерівності з довжиною хвилі менше 10 м.

Для оцінки рівності отриманої за просвітами під триметровою рейкою вимірювання проводять шляхом прикладання рейки до поверхні покриття, при кожному прикладанні вимірюють величину п'яти просвітів під рейкою. Обробка результатів вимірів полягає у визначенні кількості просвітів під

рейкою, що перевищує максимально допустиму величину та число просвітів, які менше мінімально допустимої величини, установлені у відсотках. Шляхом отримання показників для оцінки рівності за просвітами під триметровою рейкою враховують нерівності з довжиною хвилі від 1 м до 3 м. У випадках ремонтів проїзної частини достовірність зазначеного методу суттєво знижується у зв'язку з необхідністю додаткових вимірів радіусів існуючих вертикальних кривих.

Основний метод оцінки рівності покриттів на сьогоднішній день в Україні полягає у використанні поштовхомірів. Але на показник оцінки рівності, який отримують за поштовхоміром впливають параметр підвіски, відношення підресорених та непідресорених мас автомобіля, швидкості руху транспортного засобу і від самого типу поштовхоміра, оскільки поштовхоміри різних марок мають різну чутливість до амплітуд дорожніх нерівностей.

Останнім часом, в усьому світі для оцінки рівності дорожніх покриттів використовують «Міжнародний Індекс Рівності (IRI)» та «спектральну щільність дисперсії». Показник IRI найбільш чутливий до нерівностей з довжиною хвилі від 1,2 м до 30,0 м з піковими значеннями чутливості на 2,30 м і 15,78 м. Показник IRI більш стабільний у часі, дає більш детальну та досконалу оцінку дорожніх нерівностей, ніж метод оцінки рівності за поштовхоміром[1].

Оскільки, профіль дорожнього покриття є ергодичною випадковою функцією пройденого шляху, то його як і будь-яку випадкову функцію можна охарактеризувати статистичними характеристиками. Найбільш детальною та досконалою характеристикою є «спектральна щільність дисперсії» ординат профілю дороги, яка характеризує як амплітуди нерівностей, так і їх розподіл за довжиною хвилі [1].

Окрім традиційних геодезичних методів та обладнання оцінити параметри профілю поверхні можна також за допомогою сучасних технологій, до них відносяться мікро-електромеханічні системи (*MEMS*), за допомогою яких можна отримати кут між горизонтом та поверхнею, що досліджується, в точці вимірювання. *MEMS*-пристрої зазвичай виготовляють на кремнієвій підкладці за допомогою технології мікрообробки, аналогічно технології виготовленню однокристальних інтегральних мікросхем. Типові розміри мікромеханічних знаходяться в діапазоні від 1 мкм до 100 мкм.

Розробкою нових методів та показників оцінки нерівностей покриття дорожніх та аеродромних покриттів займаються як українські: В. Я. Савенко, В. В. Філіппов, Д. І. Кіяшко, Р. В. Смолянук, Н. В. Смірнова, Д.О. Павлюк, В.П. Терещук, О.С. Лебедев, М.В. Шур'яков [1, 3, 4], так і зарубіжні вчені, зокрема група вчених університету Мічиганського транспортного науково-дослідницького інституту (UMTRI), до складу якої входили: Мішель Сайерс, Стівен Карамігас [2].

Стрімкий розвиток технологій виготовлення мікро-електромеханічних систем (*MEMS*) дозволяє створювати мобільні платформи для вимірювання кутів їх просторового положення відносно горизонту, і як наслідок оцінювати двокоординатний профіль поверхні злітно-посадкових смуг і дорожніх покриттів. Тому актуальною є задача розробки методів оцінки ухилів та

рівностей покриття аеродромних конструкцій на основі інформації отриманої від *MEMS*-датчиків.

Профіль поверхні аеродромної конструкції може бути отриманий з вимірювань кутів між горизонтом та поверхнею, що досліджується, шляхом ітеративного розрахунку з врахуванням кроку вимірювання (рис.1), що може бути розрахований за наступною формулою:

$$h_i = h_{i-1} + L \cdot \tan \alpha_i \quad (1)$$

Де L - , α_i - , $h(0) = 0$

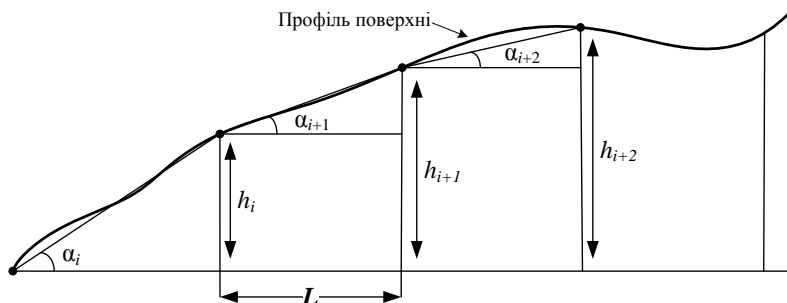
Величина кутів оцінюється шляхом комплексування (наприклад, фільтр Калмана) інформації отриманої від *MEMS*-акселерометра та –гіроскопа. Комплексування забезпечує більшу точність вимірювання кутів, оскільки на виміри *MEMS*-акселерометра будуть впливати лінійні прискорення, на відміну від вимірювань *MEMS*-гіроскопа в яких в свою чергу присутній дрейф, обумовлений технологією виготовлення.

Відповідно до даних, представлених в [1], для оцінки рівності покриттів, нерівності умовно поділяють на три групи:

1. Шорсткість – сукупність нерівностей з довжиною хвилі до 10 см. Дані нерівності повністю поглинаються шиною, і впливають на зчеплення.

2. Мікронерівності – нерівності з довжиною хвилі від 10 см до 100 м. Дані нерівності викликають як низькочастотні, так і високочастотні коливання транспорту.

3. Макронерівності – нерівності з довжиною хвилі більше 100 м. Дані нерівності формують макропрофіль (поздовжній профіль) поверхні покриття, впливають на динаміку руху та не викликають низькочастотні та високочастотні коливання транспорту. Макронерівності формують ухил покриття, що досліджується.



Як видно з класифікації нерівностей вони всі залежать від довжини хвилі. Тому будь-який профіль можна ідеалізувати і представити сукупністю гармонічних коливань, що описується формулою:

$$h(x) = \sum_{k=0}^K \left(a_k \cos \frac{\pi k x}{K} + b_k \sin \frac{\pi k x}{K} \right) \quad (2)$$

Даний ряд представляє собою тригонометричну інтерполяцію профілю поверхні, коефіцієнти якого $a_k = \text{Re}(H_k)$ $b_k = \text{Im}(H_k)$ розраховуються за допомогою

дискретного перетворення Фур'є над значеннями h_k , що отримані за допомогою (1) відповідно з наступним виразом

$$H_k = \sum_{k=0}^{K-1} h_k \left(\cos \frac{2\pi kx}{K} - j \sin \frac{2\pi kx}{K} \right) \quad (3)$$

Значення H_k отримані в (3), індекси яких задовольняють відношенню $\frac{K*L}{k} > 100m$, описують макронерівності. Сам профіль покриття, який утворений макронерівностями може бути відтворений за допомогою тригонометричної інтерполяції (2), використовуючи доданки з коефіцієнтами утвореними з множини перших значень H_k , індекси яких задовольняють нерівність $\frac{K*L}{k} > 100m$.

Рівень нерівностей покриття може бути оцінений, утворивши профіль мікронерівностей, без врахування макронерівностей. Такий профіль може бути отриманий, аналогічним чином до профілю макронерівностей, використовуючи в (2) лише доданки з коефіцієнтами утвореними з множини значень H_k , індекси яких задовольняють нерівності $\frac{K*L}{k} < 100m$. Сама ж оцінка тоді, може бути поражена:

Проведено аналіз переваг та недоліків існуючих методів вимірювання ухилів та рівностей покриття аеродромних конструкцій і автомобільних доріг. Запропоновано новий метод оцінки параметрів покриття, на основі інформації отриманої за допомогою *MEMS*-датчиків. Використання *MEMS*-пристроїв дає можливість створювати автоматизовані мобільні прилади для вимірювання профілю покриття, що досліджується (профілометри), яких в дорожньому та аеродромному будівництвах, а також в експлуатаційних підрозділах аеропортів України не існує. На відміну від міжнародного критерію IRI, що дає можливість оцінити лише рівність покриття досліджуваної поверхні, запропонований спектральний метод дозволяє оцінити також і ухили покриття як аеродромних конструкцій, так і дорожніх покриттів.

Список літератури

1. Савенко В. Я. Недоліки оцінки рівності поверхні дорожніх покриттів, яку використовують в Україні. / В. Я. Савенко, В. В. Філіппов, Д. І. Кіяшко, Р. В. Смолянук, Н. В. Смірнова // Автошляховик України. – К: Держ. автотр. наук. досл. і проєктн. ін-т, 2011. – №6. – С. 24-31.
2. Sayers M.W. The little Book of Profiling. Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles / M. W. Sayers, S. M. Karamihas. – Michigan: The University of Michigan Transportation Research Institute, 1998. – 306 p.
3. Павлюк Д.О. Застосування спектральної щільності для оцінки якості покриттів. / Д.О. Павлюк, В.П. Терещук, О.С. Лебедев, М.В. Шур'яков // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2014. – №1. – С. 84-88.
4. Савенко В. Я. Зв'язок між оцінками рівності поверхні дорожнього покриття за показниками поштовхоміра та IRI. / В. Я. Савенко, Д. І. Кіяшко // Вісник ХНАДУ, 2011. – №53. – С. 83-86.
5. Скрипець А.В. Разработка прибора для измерения продольных и поперечных уклонов и неровностей взлетно-посадочных полос. / Скрипець А.В., Краснов В.М., Смолич Д.В., Кіреєв М.Е. // Наука и мир №6, 22

*О.Г. Сытник, к.т.н., доц.каф. авионики, А.С. Кундря,
(Национальный авиационный университет, Украина)*

Формирование моделей цветового восприятия цифрового изображения полётной информации с учётом обстоятельств влияния внутренней и внешней среды.

Вступление

Решение проблемы создания современного восприятие цветовых изображений с учетом инженерно-психологических факторов влияния на экипаж для развития науки и общества очень актуально, поэтому для ускорения технического прогресса требуется внедрение автоматизированных методов и средств обработки визуальной полетной информации. В гражданской авиации имеется проблема оптимального восприятия цветовых изображений, а именно восприятие лётным экипажем информации, полученной от индикаторов. В

многих пользователей готовность определяется по ее цветовым параметром, но точность этого методу зависит от опыта и способности специалистов улавливать нужные цветовые оттенки. Многие выдающиеся ученые, в частности основатель видеоэкологии В.А. Филин, проводят исследования физиологии глаза. Для решения медико-биологических проблем организма человека необходимо полноценно отдохнуть, чтобы без каких-либо усилий дать глазам волю переходить от предмета к предмету. Во время фиксации неподвижной точки глаз делает быстрые колебательные движения – саккады [2]. Человек спит, рассматривает красочную картину, или фиксирует в темноте точку — глаза непрерывно быстро и невольно сканируют элементы и просматривают изображения.

Постановка проблемы заключаются в познании математической основы цветового содержания в процессе восприятия полётной информации, что является необходимым для разработки принципов построения цветной модели. Решение проблемы механизма воздействия цвета на качество изображений должно производиться с учетом действия основного информационного органа - глаза человека и факторов влияния внутренней и внешней сред.

Гипотеза решения имеющихся проблем создания и цветоделения, а так же практическую их реализацию по нетрадиционным методом было изложено в докладе на конференции «Авиа-2017». Известно, что яркость Y является световой мерой количества света, которая связывает колориметрию с фотометрией, а яркость есть одной из координат цвета в системе P или Q .

$$Y = a_{yl} L + a_{ym} M + a_{yn} N;$$

$Q = a_{ql} L + a_{qm} M + a_{qn} N$, где a_{yl} , a_{ym} , a_{yn} – коэффициенты яркости для единичных основных цветов L , M , N .

Анализ последних исследований

Решение проблем качества восприятия цветных изображений, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, как установлено в работе, основывается также на секретах давности. Цвет является конкретным зрительным ощущением, которое возникает при восприятии отраженных или выпущенных телом излучений.

Все сложные методики, приборы и системы для определения цвета других авторов сводятся к сравнению цвета, воспринимается с образцом (оптическим клином или оригиналом цветности), который подбирается путём смешиванием других цветов, принятых за «основные» в соответствии с трехкомпонентной гипотезой цветного зрения. Но изложенное не раскрывает полного определения и измерения цвета на мониторах и панелях визуализации в кабине самолета. В основе восприятия цвета лежат прасемантические структуры, задействованные уже на самых ранних этапах презентации объекта сознанию. В настоящее время можно предполагать, что структуры эти обусловлены биологически. Цвета категоризованы на уровне физиологических реакций организма, поэтому существующие на уровне глубинной семантики взаимосвязи не могут являться случайными, условно-рефлекторными или произвольно-конвенциональными.

Согласно гипотезе цвета C и координаты P_i , полученные в результате смешения n цветов, равны суммам соответствующих координат P_i цветов, которые смешали, и имеет вид:

$$P = \int_0^{\infty} P(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda; P_{ij} = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} P_i(\lambda_i); C = L_k(L) + M_k(M) + N_k(N),$$

где $P(\lambda)$ – функция суммирования цветов с длинной волн λ_i цветных оттенков; $\Phi_{\lambda}(\lambda), L_k, M_k, N_k$ – спектральное распределение излучения и координаты цвета.

Целью исследования является восприятие качественных изображений через внедрение метода и математических преобразований параметров цвета.

Для расчета R_a был использован общий индекс цветопередачи для сравнения с качеством цветопередачи на репродукции согласно табл. 1.

Табл.1 Соответствие между общим индексом цветопередачи и качеством цветопередачи.

	Общий индекс	Численное значение	Оценка качества передачи цвета
1	$R_a <$	30	Плохое, очень плохое
2	$R_a =$	30:50	Нормальное
3	$R_a =$	50:65	Удовлетворительное
4	$R_a =$	65:80	Хорошее, оптимальное
5	$R_a =$	80 :100	Очень хорошее, отличное
6	$R_a >$	100	Комфортное для восприятия

Исследование процессов смешивания спектральных цветов друг с другом дает множество других, которых нет в спектре, таких, как пурпурный,

оливковый, коричневый, морской волны. Гипотеза решения проблемы изложена с помощью моделирования процессов создания цветового пространства, где общий индекс цветопередачи Ra, в котором учтены среднее значение различий для n цветов, определим по выражению:

$$R_a = 100 - 4,6 \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n (\Delta E_{cie}), \text{ где } (\Delta E_{cie}) \text{ — цветовые расхождения}$$

между копией и оригиналом в системе МКО.

Обоснование полученных научных результатов

Если рассмотреть проблему чувствительности фотоэлемента к сложному спектральному цветному излучению, то она характеризуется его интегральной чувствительностью:

$$S = \frac{1}{\Phi} = \frac{\int_0^{\infty} \frac{S(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}{683 \int_0^{\infty} V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}}{\int_0^{\infty} \frac{S(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}{683 \int_0^{\infty} V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}} = \frac{S(\lambda)_m}{683} = \frac{\int s(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}{\int V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda},$$

где $\Phi_{\lambda}(\lambda)$ – спектральная плотность потока излучения в стандарте МКО; $683V(\lambda)$ – максимальная и относительная спектральная эффективность; $S(\lambda)$, $s(\lambda)$ – абсолютная и относительная спектральная чувствительность.

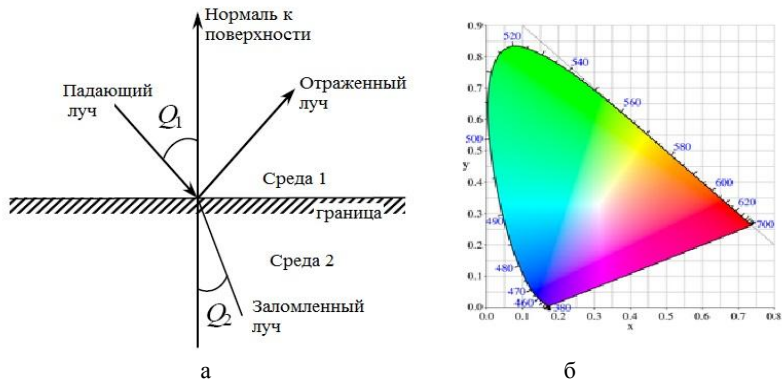


Рис.1 Геометрия пропускания и поглощения цветного луча на границе двух сред (а), за требованиями уточненной диаграммы цветности (б).

Количественное изменение потока цветного излучения предложено оценивать коэффициентами отражения ρ , пропускания τ и поглощения α , которые связаны с спектральными характеристиками отражения и спектральным распределением падающего потока (рис. 1) выражениями:

$$\rho = \frac{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda)_p d\lambda}{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}; \quad \alpha = \frac{\Phi_{\lambda}}{\Phi}; \quad \tau = \frac{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda)_t d\lambda}{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}.$$

Прозрачность материалов в процессе обработки изображений характеризуется оптической плотностью и коэффициентом преломления материала n от границы n' и n :

$$D_k = \lg\left(\frac{1}{\tau}\right), \quad \rho_r = \frac{(n' - n)^2}{(n' + n)^2}.$$

Решение проблемы научным путём

Предложено применить метод формирования цветного содержания и алгоритм исследования, а также ввести математическую температура. Это означает, что логарифм частоты каждого из оттенков цвета f_k и f_{k-1} является линейной функцией координаты цвета в цветном ряду подобном ряду Фибоначчи, поэтому оправдывается геометрическая прогрессия:

$$\frac{f_k}{f_{k-1}} = \sqrt[1.2]{2}.$$

Научный результат, полученный на основании применения теории обработки цветных изображений, заключается в том, что мы получаем трехмерное пространство и уточненную цветовую модель в виде трапециевидальной семигранной пирамиды (рис. 2). Она отличается от известных цветовых моделей, поскольку позволяет получить в процессе восприятия полётной информации высококачественные цветные полутоновые иллюстрации.

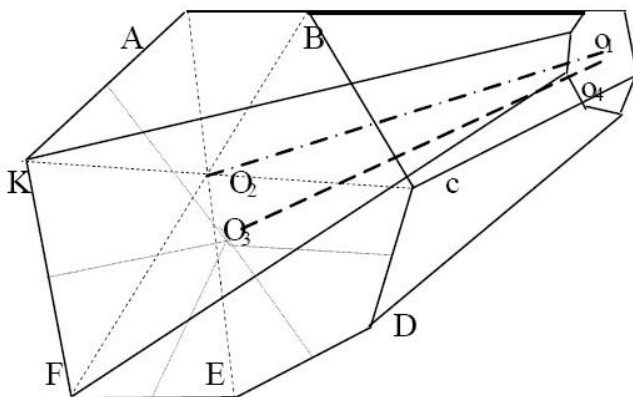


Рис.2 Модель цветового пространства в виде трапециевидальной семигранной пирамиды: $O_1 O_2$ - высота пирамиды, определяет диапазон градаций серого цвета, $O_4 O_5$ - медиана, что определяет степень комфортности восприятия

пурпурного, оливкового, коричневого изображений глазом человека, *ABCDEFK* - основа пирамиды, определяет семь основных цветов.

Предложенные пути решения проблем восприятия цветности лётным экипажем отождествляют мозг с радиоприемным устройством, что настраивается на частоту электромагнитных волн (рис.3).

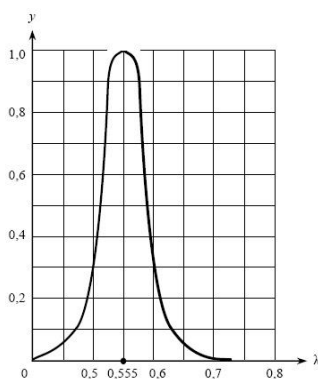


Рис.3 Кривая относительной чувствительности зрения к цветным полутоновым изображениям определяется по состоянию человека и оценки электромагнитных волн λ головного мозга.

Выводы

В работе предложен нетрадиционный подход к решению проблемы оптимального восприятия изображений с помощью моделирования и оптимизации расчетов. Впервые показано как будет выглядеть изменение шага цветности изображения на основе числовых инвариантов, согласованных с функционированием биоэлектрического генератора электромагнитных колебаний и с частотами, характеризующие волны электрической активности головного мозга и с помощью ряда Фибоначчи. Выходные компоненты, которые определяют изображение как единую систему, взаимосвязаны, взаимозависимы и взаимно влияют друг на друга и не выпадают из нее, как это трактовалось раньше. Это не противоречит влиянию внешнего корпускулярно-волнового дуализма на организм человека и согласуются с функционированием биоэлектрического генератора электромагнитных колебаний в природе.

Список литературы

1. Авадев А.Л. Основные концепции развития электронных систем индикации и многофункциональных органов управления летательных аппаратов/А.Л.Авадев, С.Ф.Морин, П.А. Коваленко//авиакосмической приборостроения. - 2003. - № 1. - С. 43-48.
2. Боярский А.Н. Психологическое обоснование использования цветного кодирования на многофункциональных дисплеях / А.Н. Боярский, А.А. Обознов // Психологический журнал. - М., 1999. -№ 5. - С. 75-80.
3. Иванов А.И. Возможности управления динамическим объектом по стереоскопическом изображению / А.И. Иванов, В.В. Лапа // Психологический журнал. - 2003. - Т. 24. - № 4. - С. 43-46.
4. Сытник О.Г. Управление качеством документации и достоверностью информации на основе моделирования происходящих в лазере процессов / А.Г. Ситник, А.А. Сущенко // Электроника и системы управления. - М.: НАУ, 2005. - № 1. - С. 152-156.
5. Пономаренко В.А. Авиационная психология/В.А. Пономаренко, Н.Д. Завалов. - М.: Ин-т авиационной и космической медицины. - 1992. - 200 с.

Аналіз використання системи повітряних даних SmartProbe™

Зростаючі вимоги до безпеки польотів створюють необхідність в постійному контролі та моніторингу за точністю повітряно-швидкісних параметрів. Система прийому повітряно-швидкісних параметрів є однією з найважливіших на повітряному судні, так як від точності та достовірності сигналів цієї системи залежить безпека польоту. Від правильного функціонування цієї системи залежить робота і функціонування інших ключових систем, що також забезпечують безпеку польоту та економічну реалізацію всіх режимів польоту. Тому модернізація цієї системи дозволить суттєво зменшити час необхідний на обслуговування, що є важливим фактором для реалізації регулярності польотів повітряного судна, вага системи також суттєво зменшиться.

На сьогодні існує дві основні архітектури побудови системи повітряних даних: централізована та розподілена.

Централізована система повітряних даних з'явилася раніше за розподілену, та характеризується наявністю одного комп'ютера повітряних даних (частіше всього наявний ще один резервний комп'ютер) до якого надходять всі вимірювальні тиски. Ця особливість вимагає використання великої кількості пневмотрактів, що проходять від зондів чи портів сприйняття тиску до центрального комп'ютера повітряних даних.

Розподілені системи повітряних даних складаються із зондів повітряних даних з інтегрованими вимірювачами тисків в кожному місці розміщення датчика. Наприклад в мультифункціональному датчику SmartProbe™ фірми Goodrich скомбіновано функції прийому повного, статичного тиску, кута атаки, та комп'ютер повітряних даних в одному лінійно замінюваному блоці. Даний блок складається з комп'ютера повітряних даних комбінованого з мультифункціональним зондом. SmartProbe™ може просто передавати локальні повітряні дані на цифрову шину даних, або ж працюючи суміжно з іншими датчиками SmartProbe™ та отримуючи сигнали від датчика температури загальмованого потоку повітря, може бути обчислено вся інформація повітряних даних в кожному місці установки датчика.

Розподілена система повітряних даних SmartProbe™ має низку переваг в порівнянні з централізованою системою, серед яких:

- Усунення необхідності в пневмотрактах (не потрібно проводити перевірки на течу, не потрібна установка вологовідстійників та дренажних трубок);
- Усунення необхідності в окремому вимірювачі кута атаки;
- Вища надійність через наявність активного контролю за обігрівом пневмозондів;

- Усунення необхідності в окремому контролері за обігрівом пневмозондів;
- Усунення пневматичної похибки (запізнення показань на 3,3 мс на кожен метр пневмотракту)
- Менша вага
- Зменшення енергоспоживання
- Усунення «поверхневих ефектів» при вимірюванні статичного тиску.

З високорозвинутою технологією та меншою кількістю компонентів, закладених при розробці, система повітряних даних SmartProbe™ піднімається вище традиційних систем повітряних даних завдяки простоті та ефективності конструкції.

Переваги, що забезпечуються передовою архітектурою системи повітряних даних SmartProbe™ включають в себе:

- Зменшенні витрати на розробку та виробництво виробниками оригінального обладнання через зменшення кількості компонентів та простоти конструкції
- Зменшення витрат на строк служби компонента і підвищення продуктивності системи та надійності для експлуатантів та інших організацій
- Підвищена точність системи через виключення запізнення в показаннях тиску та підвищена точність визначення висоти завдяки встановлених урівень портів статичного тиску
- Простота в технічному обслуговуванні, так як компоненти легкодоступні для ремонту чи заміни, також у фюзеляжі менше отворів під датчики ніж у традиційної системи повітряних даних.
- Зменшене енергоспоживання та перенагрів зондів завдяки використанню передової вбудованої системи управління обігрівом.
- Довгий строк служби та інтегрована архітектура призводить до підвищення середнього часу напрацювання до відмови, завдяки використанню активної системи управління обігрівом та застосуванню витривалої конструкції та матеріалів для пневмозонду.

Використання передових технологій, матеріалів та простої конструкції забезпечують переваги в порівнянні з традиційною системою повітряних даних представлені наступною діаграмою (рис. 4.3.)



Рис. 1. Переваги використання архітектури *SmartProbe™*

Система повітряних даних *SmartProbe™* успішно застосовується на наступних повітряних суднах цивільної та військової авіації: Embraer 170/190, Bombardier Learjet 85; Dassault Falcon 7X; Legacy 450/500 та Phenom 300; і гелікоптер Sikorsky X2.

При аналізі карт-завдань по обслуговуванню системи повітряних даних на літаку типу Boeing-737 (в яких застосовується централізована система повітряних даних) та системи повітряних даних *SmartProbe™* можна зробити наступні висновки:

- Обслуговування традиційної системи повітряних даних потребує перевірок на протікання пневмопроводів, періодичне промивання та продувку пневмопроводів;
- Для тестування та відшукування несправностей в традиційній системі повітряних даних необхідне додаткове обладнання, що включає додаткові економічні та часові затрати при обслуговуванні.

Також, при аналізі та розрахунку ефективності модернізації було зроблено наступні висновки :

Застосовуючи вихідні статистичні дані для літака Boeing 737

1. Ймовірність безвідмовної роботи $\bar{P}(t)$:

$$\bar{P}(t) = (N_0 - n(\Delta t)) / N_0 = (64 - 9) / 64 = 0,6195$$

2. Частота відмов на інтервалі Δt :

$$\bar{a}(t) = n(\Delta t) / N_0 \cdot \Delta t = 9 / 64 \cdot 3600 = 39,06 \cdot 10^{-6}$$

3. Інтенсивність відмов $\bar{\lambda}(t)$ на інтервалі Δt :

$$\bar{\lambda}(t) = \bar{a}(t) / \bar{P}(t) = 39,06 \cdot 10^{-6} / 0,6195 = 63,05 \cdot 10^{-6}$$

Застосовуючи вихідні статистичні дані для літака Embraer 195

1. Ймовірність безвідмовної роботи $\bar{P}(t)$:

$$\bar{P}(t) = (N_0 - n(\Delta t)) / N_0 = (64 - 3) / 64 = 0,9531$$
2. Частота відмов на інтервалі Δt :

$$\bar{a}(t) = n(\Delta t) / N_0 \cdot \Delta t = 3 / 64 \cdot 3600 = 13,02 \cdot 10^{-6}$$
3. Інтенсивність відмов $\bar{\lambda}(t)$ на інтервалі Δt :

$$\bar{\lambda}(t) = \bar{a}(t) / \bar{P}(t) = 13,02 \cdot 10^{-6} / 0,9531 = 13,66 \cdot 10^{-6}$$

Ймовірність безвідмовної роботи

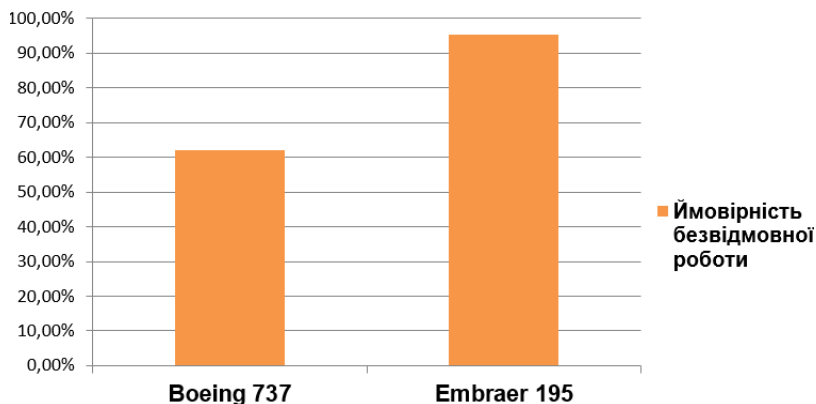


Рис.2. Ймовірність безвідмовної роботи

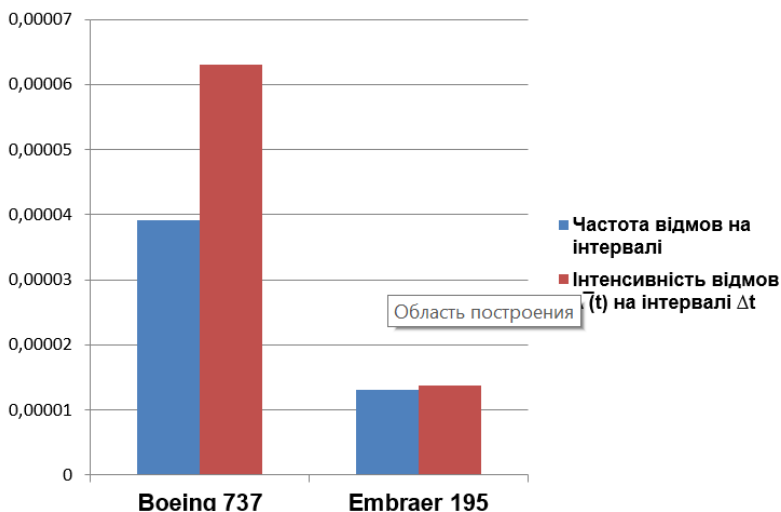


Рис.3. Частота та інтенсивність відмов на інтервалі Δt

Отже, використання системи повітряних даних розподіленого типу SmartProbe™ має ряд переваг в обслуговуванні, що є ключовим для безперервної та повної експлуатації літака. Розподілена система визначення повітряно-швидкісних параметрів має ряд переваг при обслуговуванні та експлуатації в порівнянні з традиційною системою, а саме:

- Легкодоступність компонентів системи;
- Мала вага компонентів системи;
- Можливість швидкої заміни блоків системи;
- Інтегрована в загальну систему літака система пошуку відмов та несправностей;
- Відсутність в необхідності в додатковому обладнанні для проведення тестів та перевірок на протікання системи;
- Висока надійність компонентів та зносостійкість.

Висновки

Одним з найважливіших факторів для експлуатантів літаків є зменшення часових та фінансових затрат на обслуговування системи, тому дана система є правильним вибором для установки на сучасні літаки.

О.О. Чужа, к.т.н., А.Д. Смик, Д.О. Бухтояров,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Датчики технічного зору в системах попередження зіткнень

Проблеми зіткнень літаків у повітрі вирішується комплексною взаємодією систем керування повітряного руху та бортовими системами попередження зіткнень. Існуюча система TCAS обмінюється інформацією з відповідачами керування повітряного руху інших літаків. Якщо відповідач КПП не видає сигналів можливе зіткнення в повітрі. Тому доцільно використати в якості додаткових датчиків системи TCAS інфрачервоні датчики систем технічного зору.

Попередження зіткнень – це комплекс загальних заходів екіпажів повітряних суден і пунктів керування повітряним рухом (КПП), спрямованих на зміну або збереження взаємного положення ПС у повітряному просторі з метою недопущення їх небезпечних зближень і зіткнень в повітрі. Зміна взаємного положення ПС здійснюється за рахунок маневрування, тобто навісної зміни напрямку, висоти або швидкості польоту.

Системою попередження зіткнень (СПЗ) називається сукупність бортових радіоелектронних засобів та елементів літакового устаткування, що включає вимірювачі відносного положення ПС, пристрої обробки даних і команд та призначена для виконання завдань попередження небезпечних зближень і зіткнень ПС у повітрі. СПЗ додатково видає екіпажу інформацію про рекомендовані маневри для запобігання зіткненню на основі більш детального аналізу повітряної обстановки (рис. 1).

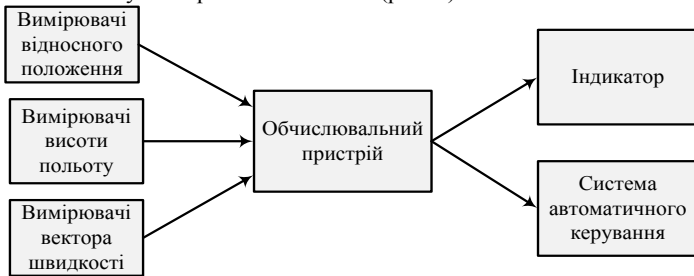


Рис. 1. Структурна схема системи попередження зіткнень

Під час польоту, безпека у повітрі досягається спільними діями диспетчера керування повітряним рухом (КПП) та екіпажу. Інтенсивність повітряного руху останнім часом дуже зросла, тому для підвищення безпеки повітряних перевезень Міжнародною організацією цивільної авіації (англ. ICAO) була розроблена концепція, що передбачає встановлення на літаках додаткових засобів попередження зіткнень у повітрі.

Сучасна система попередження зіткнення літаків у повітрі (англ. Traffic alert and Collision Avoidance System, TCAS) являє собою бортову систему

призначену для допомоги льотним екіпажам в запобіганні зіткнень в повітряному просторі. TCAS являється додатковим засобом захисту від зіткнення з іншими літаками, на яких увімкнені і функціонують їх відповідачі радіолокаційної системи КПП або відповідач режиму «S». Система працює за принципом активної радіолокації та здійснює контроль за іншими ПС, що знаходяться поблизу, шляхом запитування їх приймачів-відповідачів і оцінює ризик зіткнення. Цей захист не забезпечується в тому випадку, коли увімкнена, або коли бортові відповідачі системи КПП вимкнені.

Однак, якщо бортовий відповідач системи КПП не працює або система відповідачів не відповідає стандартам ІКАО, такий літак буде невидимим для систем TCAS інших повітряних суден, що призведе до збільшення ризику зіткнення.

Пропонується додатково задіяти в системі TCAS датчики систем технічного зору, що дасть змогу оглядати повітряний простір навколо літака та виявляти небезпечні повітряні судна на відстані достатній для виконання маневру ухилення від зіткнення. Найбільш поширеними датчиками систем технічного зору є: радіолокаційні, лазерні, телевізійні (яскравісні) та інфрачервоні (тепловізійні).

Аналіз датчиків технічного зору, які можуть бути задіяні в TCAS призвів до наступних висновків:

- телевізійні датчики виділяють об'єкт на основі різниці яскравостей між ним та навколишнім середовищем тому мають малу роздільну здатність на великих відстанях;
- радіолокаційні та лазерні датчики являються активними системами, що вимагають підвищеного енергоспоживання та додаткового місця розташування приймально-передавальних антен та об'єктів;
- інфрачервоні датчики виявляють об'єкти, які мають тепловий контраст на фоні навколишнього середовища та можуть виявляти нагріті частини повітряних суден на фоні повітряного простору, температура якого зменшується з набором висоти.

Рух будь-якого сучасного повітряного судна неможливий без застосування двигуна який являє собою теплову машину, а отже випромінює хвилі інфрачервоного (ІЧ) діапазону, які можуть бути зафіксовані датчиками системи технічного зору. Крім двигунів, хвилі ІЧ діапазону випромінюють також нагріті частини фюзеляжу, тому найбільш доцільно застосувати в TCAS інфрачервоні датчики (англ. Infrared sensor).

Основними перевагами інфрачервоних датчиків є можливість пасивного виявлення інших повітряних суден на відстанях до 50 км за їх тепловим зображенням від працюючих двигунів та нагрітих елементів фюзеляжу, що дозволяє визначати кут азимута та кут місця іншого літака, а також, за зміною потужності теплового випромінювання дає можливість визначати наближення «літака-порушника» чи його віддалення. Крім того на основі аналізу інтенсивності та спектру інфрачервоного випромінювання є можливість визначити тип двигуна підвітряного судна: одноконтурний турбореактивний двигун (ТРД) на крейсерському режимі польоту передбачає температуру реактивного струменя 500-700 °С, при зменшенні режиму роботи

двигуна а отже і швидкості температура реактивного струменя знизиться до 350-450 °С, такі двигуни можна виявити на дальності 30-50 км. Температура реактивного струменя двоконтурного турбовентиляторного двигуна нижче турбореактивного на 25% за рахунок проходження холодного повітря через зовнішній контур двигуна.

Нагріта частина повітряного судна випромінює ІЧ енергію, довжина хвилі якої визначається її температурою (рис. 2). Із збільшенням температури об'єкта характеристики ІЧ випромінювання змінюються: довжина хвилі, що відповідає максимальній енергії випромінювання – зменшується, а повна енергія випромінювання збільшується в четвертій степені від температури об'єкта.

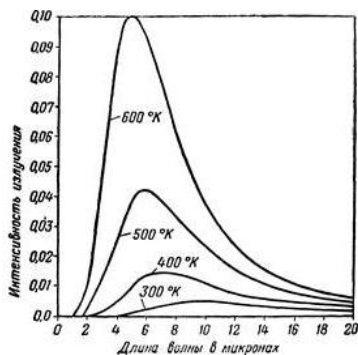


Рис. 2. Залежність інтенсивності ІЧ випромінювання від довжини хвилі та температури.

Таким чином, найбільш доцільно застосовувати в ІЧ датчиках систем попередження зіткнення діапазон хвиль 4-6 мкм.

Температура реактивного струменя швидко зменшується при віддаленні від реактивного сопла як в поздовжньому так і радіальному напрямках (рис. 3).

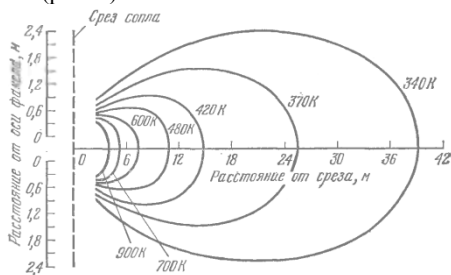


Рис. 3. Ізотерма струменя ТРД двигуна реактивного літака

Розрахунок енергетичних характеристик випромінювання реактивного струменя складний, оскільки в різних місцях струменя змінюється як температура, так і коефіцієнт випромінювання, тому основним джерелом ІЧ випромінювання будуть нагріті частини авіадвигуна, тому що в діапазоні

хвиль 3,2 - 4,8 мкм енергетичні характеристики струменя складають 10% випромінювання реактивного сопла. Тому в передню напівсферу енергія ІЧ випромінювання завжди мінімальна.

Потік інфрачервоного випромінювання ($F_{об}$), що потрапляє від нагрітих частин літака на об'єкти ІЧ датчика записується виразом:

$$F_{об} = \frac{E_0 S_{об} \tau_a \tau_{об} \cos \alpha}{\pi D^2},$$

де E_0 – потужність ІЧ випромінювання; $S_{об}$ – площа об'єкта; α – кут між напрямком на об'єкт та нормаллю до об'єкта випромінювання; τ_a – коефіцієнт прозорості атмосфери, $\tau_{об}$ – коефіцієнт розсіювання ІЧ випромінювання; D – відстань від джерела випромінювання до ІЧ датчика.

Звідси з урахуванням закону Стефана-Больцмана та площі джерела випромінювання: $E = \varepsilon \sigma T^4 S_0$, максимальна дальність на якій ІЧ датчик може виявити літак порушник складає:

$$D_{max} = \sqrt{\frac{\varepsilon \sigma S_0 T^4 S_{об} \tau_a \tau_{об} \cos \alpha}{\pi F_{пор}}}.$$

Розрахунки показали, що інфрачервоний датчик може виявити нагріті елементи фюзеляжу, турбореактивні та поршневі двигуни на дальностях до 20 км у задню напівсферу та близько 10 км у передню напівсферу. А при використанні охолоджуваних приймачів ІЧ випромінювання ці відстані збільшуються у 1,5-1,8 рази. Це достатньо для оповіщення екіпажу та виконання маневру ухилення від зіткнення із повітряним судном з вимкненим відповідачем КПР.

Таким чином, застосування інфрачервоних датчиків в якості резервних для TCAS дозволяє виявляти «літаки-порушники» що увійшли в зону попередження з непрацюючим відповідачем КПР, визначати його розташування та напрямок руху для формування команд екіпажу щодо усунення зіткнення літаків у повітрі.

Список літератури

1. Криксунов Л. З. Справочник по основам инфракрасной техники. М.: Сов.радио 1978. 400 с.
2. Формозов Б. Н. Аэрокосмические фотоприемные устройства в видимом и инфракрасном диапазонах: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2002. 120 с.
3. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах. Техническое зрение в системах управления мобильными объектами- 2010: Труды научно-технической конференции-семинара. Вып. 4 / Под ред. Р. Р. Назирова.— М. : КДУ, 2011.— С. 11-44.
4. Infrared signature studies of aerospace vehicles Shripad P. Mahulikar , Hemant R. Sonawane, G. Arvind Rao. Department of Aerospace Engineering, Indian Institute of Technology—Bombay, P.O. ИТ Powai, Mumbai 400076, India

С.А. Дмитриев, д.т.н., В.И. Бурлаков, к.т.н.,
А.В. Попов к.т.н., Д.В. Попов
(Национальный авиационный университет, Украина)

Система обеспечения качества технического обслуживания авиационной техники

В статье рассматриваются вопросы оценки качества выполнения работ авиационными специалистами при техническом обслуживании авиационной техники. Представлены результаты исследования факторов, влияющих на качество технического обслуживания и, даны их количественные оценки.

Качество технического обслуживания (ТО) авиационной техники (АТ) является одним из важнейших элементов системы технической эксплуатации (ТЭ) воздушных судов (ВС), подлежащих государственному регулированию летной годности на основе национальных авиационных правил, норм и требований, регламентирующих сертификацию эксплуатантов и организаций ТО.

Разработка норм и требований в сфере управления качеством ТО, а также порядка контроля и инспектирования деятельности субъектов системы ТО в условиях расширения самостоятельности предприятий рассматриваются как важнейшие условия внедрения новой высокоэффективной технологии ТЭ изделий АТ, способствующей созданию системы ТО, соответствующей мировому уровню.

В настоящее время значительное развитие и практическое применение в работе инженерно-авиационной службы получили новые методы и средства диагностирования ВС, совершенствуются методы и формы организации ТО, ведутся работы по совершенствованию автоматизированных систем управления технологическими процессами ТЭ ВС, однако, качество ТО все в большей степени стало определяться свойствами обслуживающего технического персонала [1, 2].

Обслуживающий технический персонал часто работает при значительном дефиците времени, в связи с увеличением интенсивности использования ВС, необходимостью обслуживания парка как стареющих, так и ВС нового поколения. Необходимость одновременно обслуживать такого разнородного парка ВС требует от специалистов, выполняющих ТО, более обширных знаний и большего умения с надлежащим уровнем общей подготовки. Возросшая сложность ВС, многократное резервирование систем и их автоматизация уменьшают нагрузку на летный экипаж, но повышают требования к техническим специалистам, обслуживающим ВС.

Это приводит к перераспределению ошибок от одной категории людей к другой, что создает потенциальную возможность возникновения авиационных происшествий из-за сочетания процедурных или технических отказов с ошибками эксплуатационного персонала

Важной проблемой сложных эргатических систем (ЭС) ВС является управление режимом ТО, включающей определение периодичности и объема регламентных работ, разработку мероприятий по ТО ВС адаптированных к

реальным условиям эксплуатации, учет психофизиологической и эмоциональной напряженности авиационных специалистов и прочее.

В тех случаях, когда человек чувствует личную ответственность, понимает опасность положения, число случайных ошибок уменьшается. Таким образом, изучение ошибок исполнителей и разработка конкретных рекомендаций персоналу, обслуживающему АТ, способствуют обеспечению требуемой надежности сложных авиационных ЭС. К принципиальным особенностям человека как элемента ЭС относятся: адаптация к условиям труда, индивидуальность, чувствительность к эмоциональным воздействиям, способность к утомлению и отдыху, возможность появления ошибок и др.

Среди основных причин ошибок человека выделим следующие [3-5]:

- неудовлетворительная подготовка или низкая квалификация обслуживающего персонала;

- следование обслуживающего персонала неудовлетворительным процедурам ТО или эксплуатации;

- плохие условия работы, связанные, например, с плохой доступностью к оборудованию, низкий уровень эксплуатационной технологичностью, теснотой рабочего помещения или чрезмерно высокой (низкой) температурой;

- неудовлетворительное оснащение необходимой аппаратурой и инструментами;

- недостаточное стимулирование специалистов по ТО, не позволяющее достигнуть оптимального уровня качества их работы и пр.

Низкий уровень интереса к работе и морального состояния может проявляться в случаях неправильного распределения функций в ЭС обслуживания [6].

Исследование качества ТО с целью выявления причин и факторов, приводящим к инцидентам по вине инженерно-технического состава, проведенные методами корреляционно-регрессионного анализа дали следующие результаты:

1. Количественная зависимость ошибок исполнителей от температуры на рабочем месте показывает, что оптимальные температурные условия работы $5 \div 18^{\circ}\text{C}$. Влияние данного фактора на качество ТО АТ следует оценивать с учетом адаптационных свойств человека, то есть оптимальные значения температуры на рабочем месте будут разными для различных регионов мира.

2. Значительный рост количества ошибок исполнителей при выполнении трудоемких форм ТО связано с временем выполнения функционально значимых для работоспособности систем ВС работ. При выполнении трудоемких работ характерные ошибки человека на подготовительно-заключительных операциях. Следует отметить, что 20-25 % инцидентов возникли из-за невыполнения таких простых операций как, не закончено соединения, не сняты заглушки, не закрытые люки или замки капотов, оставлены инструмент и др.

3. Анализ распределения ошибок технического персонала по возрасту показал, что возрастные группы моложе 30 лет допускают ошибки, которые в основном связаны с отсутствием достаточных практических навыков по ТО АТ.

Возрастные группы старше 40 лет – допускают ошибки из-за недостаточности знаний новых конструкций АТ и современных требований по ТО ВС. Эти результаты следует учитывать при составлении программ повышения квалификации авиационных специалистов и формировании учебных групп.

4. На оперативных формах ТО распределение количества ошибок в зависимости от продолжительности смены относительно стабильны, в связи с чередованием непрерывного выполнения работы с перерывами в ожидании ТО.

Такие перерывы позволяют персоналу снять психологическое напряжение и тем самым поддерживать работоспособность на протяжении всей продолжительности смены. Следует отметить, что оперативное время на оперативных формах ТО составляет не больше 40 %.

На трудоемких формах то распределение ошибок исполнителей в зависимости от продолжительности смены соответствует аналогичным характеристикам, полученным для рабочих машиностроительных предприятий с явно выраженными периодами «утомленности» и повышением количества ошибок при увеличении времени работы, которые связаны с усталостью человека.

Контроль качества выполнения работ техническим персоналом является составной частью технологического процесса ТО ВС, которая способствует сокращению числа ошибок исполнителей и поддержанию летной годности ВС. Анализ рабочего дня инженеров отдела технического контроля показывает, что среднее время затрачиваемое непосредственно на контроль качества работ по ТО АТ, составляет 15-20 % от общего фонда времени.

Фактически контролируется только 50-70 % операций из числа подлежащих обязательному контролю. Неравномерное поступление требований на контроль приводит к неполному и некачественному контролю работ, «самоустранению» от контроля, потерям рабочего времени исполнителей, задержкам ВС на ТО.

В результате чего, более 20 % инцидентов возникли из-за ошибок исполнителей при выполнении операций регламента, подлежащих обязательному контролю.

Анализ затрат времени работника позволяет установить степень его загруженности, определить содержание и характер затрат времени при выполнении технологического процесса ТО.

Выводы

Проблема оптимизации управления объектов эксплуатации может быть поставлена как в широком, так и в узком плане [7].

В первом случае оптимизируется схема и конструкция устройства, режимы эксплуатации, система контроля, уровень надежности, методы ТО и пр., что характерно для проектируемых объектов АТ.

Для серийных изделий характерен второй случай, когда для заданной конструктивной схемы и надежности комплектующих элементов необходимо выбрать наиболее рациональную программу ТО, обеспечивающую высокое качество обслуживания АТ.

Можно выделить следующие этапы синтеза высоконадежных ЭС:

– на первом этапе определяются желаемые характеристики всей системы и требуемые характеристики человека, при условии заданных характеристик ВС исходя из обеспечения оптимальной их работы;

– второй этап заключается в определении характеристик человека, которыми он располагает в данный момент, и сравнении требуемых характеристик с имеющимися у человека. Если полученные характеристики не соответствуют требуемому состоянию системы, то возникает задача отбора и обучения человека, что составляет содержание третьего этапа.

В случае, если требуемое состояние качества ЭС после отбора и обучения осталось не достигнутым, тогда оптимизируют режим обслуживания системы. Последним этапом синтеза ЭС является модернизация или замена техники.

В соответствии с этими этапами, проводятся исследования надежности сложных ЭС и разрабатываются новые методы управления режимами ТО с учетом деятельности технического персонала по поддержанию летной годности ВС.

Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании программ ТО ВС и управлении качеством ТО АТ.

Список литературы

1. Документ ICAO (Дос 9859 AN/460) «Руководство по управлению безопасностью полетов» – режим доступа: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Docs/ICAO_Doc9859. (СУБП).

2. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Человеческий фактор. Сборник материалов №12 Циркуляр ИКАО 253-AN/151, 1995 г.» – режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/253>.

3. Шибанов Г.П., «Авиационные происшествия, связанные с отказами авиатехники и недостатками ее ТЭ»/Проблемы безопасности полетов: Реф. сб./ВИНИТИ. – 1994. – М. – с. 37-45.

4. Ноздрин В.И.«Стоимость рабочей силы при проведении ТО АТ» / Проблемы безопасности полетов: Реф.сб. \ВИНИТИ. – 1998. – № 10. – с. 39-44.

5. Ramsden J.M. Affordable safety // Flight int. 1986. – 129. № 3995. – Р. 41-43.

6. Шестой региональный семинар / практикум ИКАО по контролю за обеспечением безопасности полетов. Киев, Украина, декабрь 1997.

7. Руководство по сохранению летной годности. ИКАО, Дос. 9760.

V.A. Kasianov, Doctor of Engineering Sciences,
A.V. Goncharenko, Doctor of Engineering Sciences,
(National Aviation University, Ukraine)

Subjective entropy approach applicability to aeronautical engineering operational problems

The criteria which help estimate the modern aircraft airworthiness support technologies usefulness are proposed. The considered problem setting requires application of the cornerstone statement of subjective analysis – subjective entropy maximum principle. Computer simulation with the accepted values illustrates the ideas of the theoretical platform.

Aeronautical engineering maintenance technologies through the prism of subjective analysis

A competing aeronautical engineering maintenance technology choice on the basis of subjective preferences distributions and the related decision making problem in a situation of multi-alternativeness of the choice with respect to a certain level of the preferences distributions uncertainties (reflected with the help of the preferences distributions entropies) have been considered in the last Congress report [1].

Continuing that research [1] in the direction of the subjective entropy approach application to some continuously distributed alternatives likewise in papers [2, 3] it is founded on the theory described in the sequence of monographs [4-9].

Compiling the objective functionals for discrete alternative aircraft maintenance technologies

$$U_p = \int_0^{100} [-p(V_s) \ln p(V_s) - \varepsilon p(V_s) E(V_s)] dV_s + \varepsilon \left[\int_0^{100} p(V_s) dV_s - 1 \right] - \ln \mathcal{H} V_s, \quad (1)$$

where: $\pi(V_s)$ – preferences functions distributions densities depending upon the aircraft maintenance quality, related to the aircraft airworthiness support technology, measured with its cost rate V_s ; $[0 \dots 100]$ – possible range of V_s variation in conditional units (CU); ε – endogenous parameter of the system active element's psych reflecting the person's cognitive attitude to the considered reachable alternatives; $E[V_s]$ – expectation of airline losses; ε – one more structural parameter of the active element's psych (endogenous parameter analog to ε and an uncertain Lagrange multiplier for the normalizing condition $\int_0^{100} p(V_s) dV_s - 1$ respectively to its individual perception); $\mathcal{H} V_s$ – degree of accuracy at the subjective entropy of the preferences (the first underintegral member) determination; we get $p(V_s)$:

$$p(V_s) = \frac{\exp[-\delta E(V_s)]}{\int_0^{100} \exp[-\delta E(V_s)] dV_s}, \quad (2)$$

as the optimal solutions for functionals (1).

Starting with the dissertation work [10], where it has been introduced the expectation of airline losses $E[R]$ for some time of an aircraft operation t_k depending upon V_s and the aircraft airworthiness support technology parameter measured with the quality coefficient of the maintenance expenses use effectiveness δ :

$$E(V_s) = E[R] = E(\delta, V_s), \quad (3)$$

we can carryout calculation experiments on the purpose of the optima determinations.

Computer simulation on the developed theoretical statements

As in the variety of the subjective entropy maximum principle applications discussed in works [11-16], the performed numerical modeling with the expressions of (1-3) and accepted values of: $\delta \in [0...1]$ CU; $\pi_0 = 1 \cdot 10^{-4}$ CU – failure intensity without the specialized aircraft airworthiness support technology application; $\pi_{\min} = 1 \cdot 10^{-5}$ CU – minimal achievable for the used aircraft airworthiness support technology level of the failure intensity; $C = 1 \cdot 10^2$ CU – rate of taxation payment and other operational expenditures; $t_k = 1 \cdot 10^2$ CU; $\Delta r = 1 \cdot 10^6$ CU – cost of an unexpected onetime operational risk, i.e. losses due to a possible aircrash; $\delta = 3 \cdot 10^{-3}$ CU gives a possibility to visualize the needed optimal solutions; see the diagrams shown in fig. 1, 2.

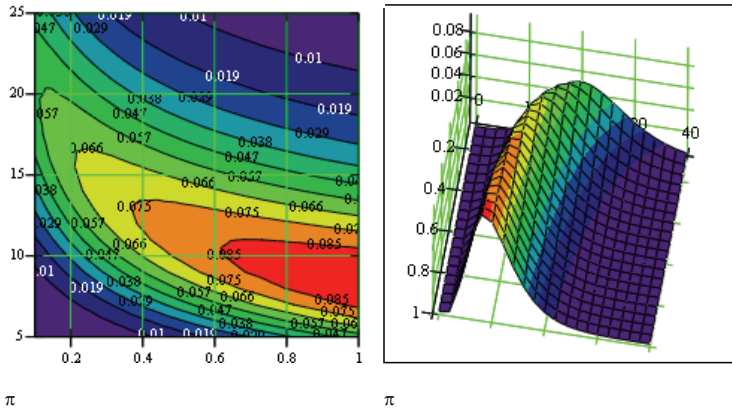


Fig. 1. Preferences functions distributions densities

3-D contour and surface plots in fig. 1 illustrate the feature of the subjective preferences functions distributions densities changing.

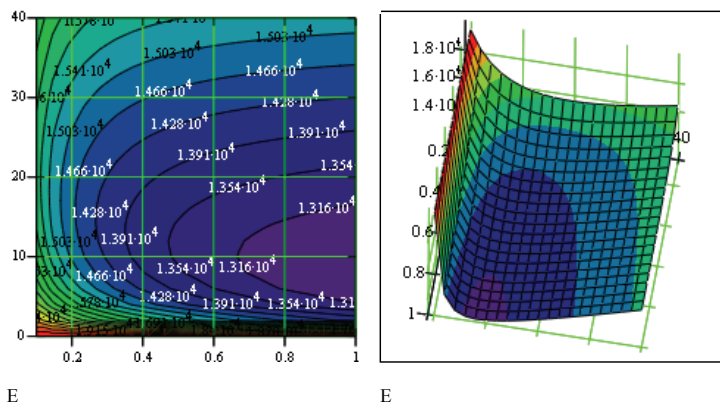


Fig. 2. Expectations values

In fig. 2 one can notice that the optimal values for both expectations and preferences functions distributions densities coincide.

Conclusions

The application of the considered herein subjective entropy maximum principle to the solutions of the aircraft operation problems in the context of the modern aircraft airworthiness support technologies choice, especially those for maintenance techniques, equips a researcher with a powerful tool needed for making a good grounded decision. The practicality and necessity of such an approach are proven with numerical modeling.

The results of the conducted calculation experiments require further development of the theory with the help of the subjective entropy of individual preferences paradigm.

References

1. Kasianov V. A. Multi-alternativeness of aircraft airworthiness support modern technologies / V. A. Kasianov, A. V. Goncharenko // Proceedings of The Seventh World Congress "Aviation in the XXI-st Century" "Safety in Aviation and Space Technologies". Kyiv, Ukraine, September 19-21, 2016: матеріали конгр. – Київ, NAU; 2016. – pp. 1.2.1-1.2.5.
2. Goncharenko A. V. "Several Models of Artificial Intelligence Elements for Aircraft Control", 2016 IEEE 4th International Conference "Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)": Proceedings of the Conference. (Oct. 18-20 2016, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2016, pp. 224-227.
3. Goncharenko A. V. Optimal managerial and control values for active operation / A. V. Goncharenko // Electronics and control systems: Scientific journal. – Kyiv: Publishing house "Osvita Ukraini", 2016. – № 3(49). – pp. 112-115.

4. Касьянов В. А. Элементы субъективного анализа: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2003. – 224 с.
5. Касьянов В. А. Субъективный анализ: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
6. Kasianov V. Subjective entropy of preferences. Subjective analysis: monograph / V. Kasianov. – Warsaw, Poland: Institute of aviation, 2013. – 644 p.
7. Касьянов В. А. Свет и тень. Пропорции теневой экономики. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: Кафедра, 2013. – 86 с.
8. Касьянов В. А. Вариационные принципы субъективного анализа. Модифицированный вариационный принцип Эйлера-Лагранжа. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2015. – 112 с.
9. Касьянов В. А. Энтропийная парадигма в теории активных систем: монография / В. А. Касьянов. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2016. – 657 с.
10. Гончаренко А. В. Керування підтриманням безпеки польотів через технічні та витратні чинники: автореф. ... канд. техн. наук: 05.13.03 / А. В. Гончаренко. – К.: НАУ, 2005. – 20 с.
11. Goncharenko A. V. “Expediency of unmanned air vehicles application in the framework of subjective analysis,” 2013 IEEE 2nd International Conference “Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments”: Proceedings of the Conference. (Oct. 15-17 2013, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2013, pp. 129–133.
12. Goncharenko A. V. “Navigational alternatives, their control and subjective entropy of individual preferences,” 2014 IEEE 3rd International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC): Proceedings of the Conference. (Oct. 14-17 2014, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2014, pp. 99–103.
13. Goncharenko A. V. “Applicable Aspects of Alternative UAV Operation,” 2015 IEEE 3rd International Conference “Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments”: Proceedings of the Conference. (Oct. 13-15 2015, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2015, pp. 316–319.
14. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К., 2016. – 328 с.
15. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: автореф. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К.: НАУ, 2016. – 39 с.
16. Goncharenko A. V. Measures for estimating transport vessels operators’ subjective preferences uncertainty / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМА. – 2012. – № 1(6). – pp. 59-69. (ISSN 2077-3617).

*A.V. Goncharenko, Doctor of Engineering Sciences,
(National Aviation University, Ukraine)*

Human factor aspect applicably to aeronautical engineering maintenance

The considered herein application of the subjective analysis cornerstone – subjective entropy extrimization principle, to the solutions of the aeronautical engineering maintenance problems in the context of the optimal preferences functions densities distributions demonstrates the human factors influence upon the process.

Subjective preferences functions basic distributions regarding to human stimuli and perceptions

Accordingly to the ICAO doctrine [1] the evolution in aviation safety endeavours has been having three principle stages. All three of them are still acting now. The presented report continues consideration started at the last Congress details discussed in work [2]. It is a symbiosis of legislation, safety activities, human factor influence, psychological issues, and many other things.

A modelling of the human behaviour implies taking into account the preferences of the reachable alternatives. The relations between the alternatives their effectiveness functions and preferences are somewhat like psychophysics Weber-Fechner law regarding with stimuli and perceptions, which has been considered in paper [3]. Indeed, the postulated in subjective analysis [4-9] objective functional incorporating both stimuli and perceptions is as follows:

$$U_s = -\sum_{i=1}^2 S_i \ln S_i + \frac{1}{a} \sum_{i=1}^2 S_i P_i + z \left(\sum_{i=1}^2 S_i - 1 \right), \quad (1)$$

where S_i – stimuli estimated with respect to their uncertainty entropy measure which play the role of preferences in traditional interpretation; $1/a$ – relevantly evaluated coefficient (a cognitive parameter of, or pertaining to, the percipient psych); P_i – perceptions (as responses to the corresponding stimuli) used for effectiveness functions; z – cognitive coefficient (a function) for the stimuli (similar to preferences) normalizing condition. In order to avoid mathematically logarithmical operation with the having measurements values, it is possible using ratios the stimulus to some units or threshold values.

After applying the necessary conditions for the objective functional of (1) to undergo an extremum with respect to stimuli S_i we obtain the optimal distribution of the needed kind on one hand and on the other hand we get the Weber-Fechner's law, [3]:

$$P_1 - P_2 = a \ln \frac{S_1}{S_2}. \quad (2)$$

Subjective analysis being developed in the series of monographs [4-9] gives a researcher a powerful theoretical platform for compiling such models. In the model (1,

2) there is a meaning of optimal distribution of the stimuli S_i built by human sub-consciousness to retrieve the corresponding to the alternatives stimuli perceptions P_i . Resting on the built theory as a background expressed with the formulas analogous to (1, 2) there are many applications represented in works [10-16].

Although there may or at least might and even must be some relations between stimuli S_i and perceptions P_i that demonstrate vice versa to the idea of (1, 2) connection organized through optimal distribution of perceptions P_i as that has been discussed in work [3].

Convenience of the subjective preferences functions densities distributions

An important case is when there are continuous alternatives preferences functions distributions densities.

Developing the concepts of the previous Congress report [2] consider the next model.

Let the scalar continuous functions for two desired separate levels of airworthiness are described with the model expressions

$$y_1(x) = -x^2 + 40x, \quad y_2(x) = x^2 - 120x, \quad (3)$$

where: x – resource of a corresponding sort.

The differential effectiveness functions supposedly represented with the equations of

$$f_1(x) = \frac{e^{ky_1(x)}}{F_1}, \quad f_2(x) = \frac{e^{-ky_2(x)}}{F_2}, \quad (4)$$

where: k – coefficient; F_1, F_2 – corresponding normalizing constants:

$$F_1 = \int_0^{100} e^{ky_1(x)} dx, \quad F_2 = \int_0^{100} e^{-ky_2(x)} dx, \quad (5)$$

The corresponding integral functions are

$$Int_1(x) = 2 \int_0^x f_1(x) dx, \quad Int_2(x) = 3 \int_0^x f_2(x) dx, \quad (6)$$

The preferences distributions functions densities will be

$$p_1(x) = \frac{e^{\epsilon Int_1(x)}}{C_1}, \quad p_2(x) = \frac{e^{\epsilon Int_2(x)}}{C_2}, \quad (7)$$

where: ϵ – endogenous parameter of the decision making system active element's psych reflecting the person's cognitive attitude to the considered reachable alternative values; C_1, C_2 – corresponding normalizing constants:

$$C_1 = \int_0^{100} e^{\epsilon Int_1(x)} dx, \quad C_2 = \int_0^{100} e^{\epsilon Int_2(x)} dx. \quad (8)$$

In case modeled with the expressions of (3-8) the entropies (measures of uncertainties) of the preferences distributions functions densities have a view of the integrals:

$$H_{ip}(x) = - \int_0^x p_i(x) \ln p_i(x) dx . \quad (9)$$

Computer simulation

For conducting a numerical experiment the accepted calculation data are:
 $k = 0.03$, $\sigma = 0.03$.

Results of the simulation with the procedures of the expressions of (3-9) are shown in fig. 1, 2.

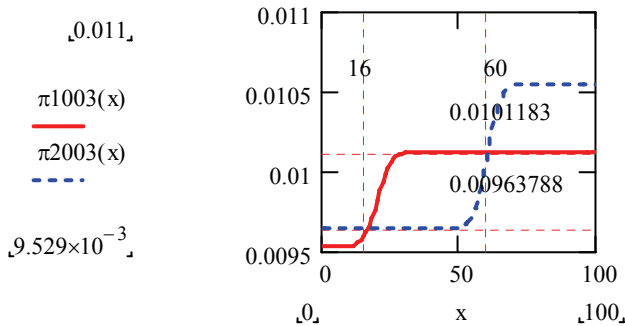


Fig. 1. Preferences distributions functions densities

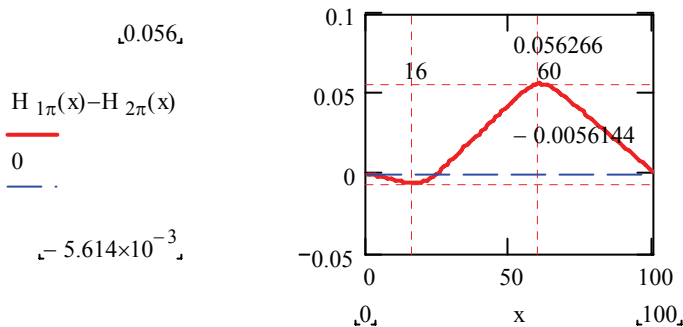


Fig. 2. Difference of the preferences entropies

Conclusions

As that follows the results of the investigations, applicably to aeronautical engineering maintenance human factor sometimes has an effect of the “hard vs. soft

boiled eggs” as that was shown with the effectiveness functions distributions in the report of [2, P. 1.2.13, fig. 1]. That was a kind of the quantity into quality transition problem.

Herein we have a manifestation of the preferences entropies difference (see fig. 2) in case the preferences are given in the view of their densities distributions for continuous alternatives. The entropies difference incorporates the subjective information (which is an indispensable part of the human factor influence) pertaining to the difference between alternative maintenance techniques.

References

1. Safety Management Manual (SMM) (Doc 9859), AN/474, 3rd ed. – Montreal, Quebec, Canada: ICAO, 2013. – 251 p. ISBN 978-92-9249-214-4
2. Goncharenko A. V. Modeling aviation legislation influence upon airworthiness support technologies via preferences functions / A. V. Goncharenko // Proceedings of The Seventh World Congress “Aviation in the XXI-st Century” “Safety in Aviation and Space Technologies”. Kyiv, Ukraine, September 19-21, 2016: матеріали конгр. – Київ, НАУ; 2016. – pp. 1.2.11-1.2.15.
3. Goncharenko A. V. Some identities of subjective analysis derived on the basis of the subjective entropy extremization principle by Professor V. A. Kasianov / A. V. Goncharenko // Automatic Control and Information Sciences. – 2014. – Vol. 2, No. 1. – pp. 20-25. doi:10.12691/acis-2-1-4. [Some Identities of Subjective Analysis Derived on the Basis of the Subjective Entropy Extremization Principle by Professor V.A. Kasianov](#)
4. Касьянов В. А. Элементы субъективного анализа: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2003. – 224 с.
5. Касьянов В. А. Субъективный анализ: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
6. Kasianov V. Subjective entropy of preferences. Subjective analysis: monograph / V. Kasianov. – Warsaw, Poland: Institute of aviation, 2013. – 644 p.
7. Касьянов В. А. Свет и тень. Пропорции теневой экономики. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: Кафедра, 2013. – 86 с.
8. Касьянов В. А. Вариационные принципы субъективного анализа. Модифицированный вариационный принцип Эйлера-Лагранжа. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2015. – 112 с.
9. Касьянов В. А. Энтропийная парадигма в теории активных систем: монография / В. А. Касьянов. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2016. – 657 с.
10. Goncharenko A. V. Optimal managerial and control values for active operation / A. V. Goncharenko // Electronics and control systems: Scientific journal. – Kyiv: Publishing house “Osvita Ukraini”, 2016. – № 3(49). – pp. 112-115.
11. Goncharenko A. V. “Several Models of Artificial Intelligence Elements for Aircraft Control”, 2016 IEEE 4th International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)”: Proceedings of the Conference. (Oct. 18-20 2016, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2016, pp. 224-227.

12. Goncharenko A. V. "Expediency of unmanned air vehicles application in the framework of subjective analysis," 2013 IEEE 2nd International Conference "Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments": Proceedings of the Conference. (Oct. 15-17 2013, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2013, pp. 129–133.

13. Goncharenko A. V. "Navigational alternatives, their control and subjective entropy of individual preferences," 2014 IEEE 3rd International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC): Proceedings of the Conference. (Oct. 14-17 2014, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2014, pp. 99–103.

14. Goncharenko A. V. "Applicable Aspects of Alternative UAV Operation," 2015 IEEE 3rd International Conference "Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments": Proceedings of the Conference. (Oct. 13-15 2015, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2015, pp. 316–319.

15. Гончаренко А. В. Эксплуатация активных транспортных систем в условиях многоальтернативности та невизначеності: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К., 2016. – 328 с.

16. Гончаренко А. В. Эксплуатация активных транспортных систем в условиях многоальтернативности та невизначеності: автореф. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К.: НАУ, 2016. – 39 с.

17. Goncharenko A. V. Artificial versus natural intellect in control of optimality / A. V. Goncharenko // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту: міжнародна наукова конференція, Євпаторія, 20-24 травня 2013 р.: матеріали конф. – Херсон: ХНТУ, 2013. – pp. 20-22.

18. Goncharenko A. V. Horizontal flight for maximal distance at presence of conflict behavior (control) of the aircraft control system active element / A. V. Goncharenko // Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції "ABIA-2013". (21-23 травня 2013 р., Київ). – Т. 4. – К.: НАУ, 2013. – pp. 22.30-22.33.

19. Goncharenko A. V. Control of flight safety with the use of preferences functions / A. V. Goncharenko // Electronics and control systems. – 2013. – № 3(37). – pp. 113-119. (ISSN: 1990-5548)

20. Goncharenko A. V. A particular case of a variational problem of control in an active aviation system / A. V. Goncharenko // Transactions of the institute of aviation. – 2013. – № 228. – pp. 3-12. (ISSN 0509-6669 / ISSN 2300-5408 el vers)

21. Goncharenko A. V. Measures for estimating transport vessels operators' subjective preferences uncertainty / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМА. – 2012. – № 1(6). – pp. 59-69. (ISSN 2077-3617)

22. Goncharenko A. V. The optimal commercial speed of a transport vessel with respect to operators' subjective preferences / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМІ. – 2011. – №2(5). – pp. 12-20. (ISSN 2077-3617).

*Р.М.Салимов, канд. техн. наук,
(Национальный авиационный университет, Украина)
С.М.Салимов, Начальник цеха линейного обслуживания
Центра технического обслуживания
самолетов западного производства
Airbus A320 /Boeing 757/767/787
(авиакомпания «UZBEKISTAN AIRWAYS», Узбекистан)*

Современные информационные технологии, используемые при техническом обслуживании воздушных судов

В работе представлены результаты аналитического исследования современных подходов для решения задач обеспечения безопасной и экономической эксплуатации гражданских воздушных судов на основе применения современных информационных технологий.

В соответствии с требованиями европейских авиационных правил Part M "Поддержание летной годности" и Part 145 "Организации по техническому обслуживанию", эксплуатант должен создать собственную организацию технического обслуживания (ТО) – MRO (англ. Maintenance and Repair Organization) или заключить контракт с организацией ТО, имеющей необходимые сертификаты. Организация ТО выполняет функцию по практическому выполнению на воздушном судне (ВС) работ по поддержанию их летной годности. В состав требований к организациям ТО включают необходимость вести учет налета ВС и его компонентов, директив летной годности, работ на ВС, дефектов, контролировать заказы и т.д. Для реализации этих функций, организации ТО используют компьютерные информационные системы: **AMOS, OASIS, ЭРЛАН, TRAX, AMASIS, CAMP**.

Одной из наиболее используемых организациями ТО систем является – **AMOS** (англ. **ASSET MANAGEMENT OPERATING SYSTEM**) – **ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО УПРАВЛЕНИЮ АКТИВАМИ**.

AMOS – интегрированное программное решение, разрабатываемое и поставляемое швейцарской компанией SWISS-AS – позволяет оптимизировать, контролировать и планировать ТО воздушных судов таким образом, чтобы минимизировать время простоя самолетов и повысить регулярность полетов. Система AMOS позволяет осуществлять непрерывный контроль над всеми процессами ТО каждого ВС авиакомпании (АК), видеть весь комплекс работ, статус поставки запчастей и агрегатов, позволяет синхронизировать процессы технического обслуживания самолетов с другими бизнес-процессами АК, в частности с планированием расписания и программой организации финансового учета. Идеология AMOS – это управление ТО и Р как единым комплексом взаимосвязанных управленческих задач, обеспечивающих эффективную и безопасную эксплуатацию основных фондов и оборудования. Она совместима с базами технической документации производителей ВС, что позволяет получать обновления требований к обслуживанию по

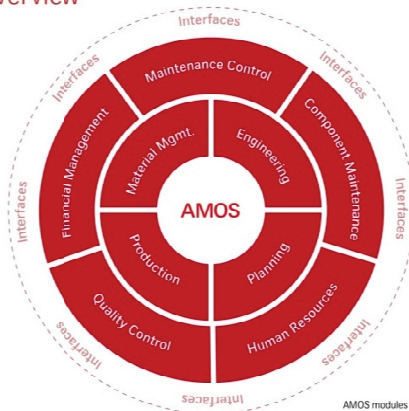
конкретному самолету в автоматическом режиме. В AMOS есть функция типа real-time fault forwarding, которая, наряду с передачей данных об отказах на землю, одновременно предлагает варианты устранения с указанием наиболее эффективного варианта.

AMOS Business Suite – это автоматизированная ERP система, охватывающая такие сферы деятельности предприятия, как:

- Управление основными фондами предприятия.
- Техническое обслуживание и ремонты.
- Управление складскими запасами.
- Система закупок.
- Контроль бюджетов на техническое обслуживание и ремонты.
- Управление системой безопасности и качества.
- Управление персоналом.

Technicians' first choice

Product overview



Компания **Boeing** предлагает эксплуатантам on-line доступ к кастомизированной документации на сайте www.myboeingfleet.com, где эксплуатант получает доступ к летной и технической документации всех типов ВС этой компании, находящихся в эксплуатации у данной АК. Кроме этого, авиакомпания, эксплуатирующие самолеты Boeing 737classic, 757, 767 и 747 старых модификаций, получают программу **Technical Documents**, с помощью которой получают доступ к технической документации на месте (PC/Notebook). Для авиакомпаний, эксплуатирующих более современные самолеты Boeing 737NG, 747-400, 747-8, 777 и 787, есть доступ (услуга платная) к программе **Airplane Health Management (AHM)**, которая позволяет передавать не только **FDE** (flight deck effect), т.е. отказы, индицируемые в кабине и требующие действий пилотов, но и "невидимые" в кабине отказы, регистрируемые бортовыми системами типа CMC, ACMS и считываемые только на земле. После закрытия дверей примерно через 15-20 минут, система

АНМ отправляет эксплуатанту информацию о начале рейса и отказах, если они имеются. Таким образом, техническая служба АК получает данную информацию на персональные смартфоны или планшеты (iOS / Android) с помощью программы **AHM Notify**. Это позволяет подготовиться к устранению дефекта за время выполнения полета и существенно уменьшить простои ВС на устранение отказа на земле.

Необходимым условием использования этих систем является наличие у эксплуатанта ВС системы **ACARS** (адресно-отчетная система авиационной связи (англ. **Aircraft Communications Addressing and Reporting System**) – цифровая система связи, применяемая в авиации для передачи коротких, относительно простых сообщений между летательным аппаратом и наземными станциями, либо через прямую радиосвязь (УКВ, КВ либо через спутниковые системы).

Только для эксплуатантов самолетов Boeing 787 на сайте www.myboeingfleet.com техническая служба АК получает доступ к программе **Maintenance Performance Toolbox–787**, специальная версия которой устанавливается на **Maintenance Laptop – 787** (ноутбук с ОС Windows-7). Для облегчения работы технического персонала непосредственно на самолете, компанией Boeing разработана мобильная версия данной программы – **Toolbox Library** (только для iPad).

Кроме этого, авиакомпании активно внедряют системы передачи данных **ECTM** (англ. **Engine Condition Trend Monitoring**) или **EHM** (англ. **Engine Health Monitoring**), – **Мониторинг состояния двигателя**) через систему ACARS к провайдеру для оценки ECTM/EHM (например, к MTU Hannover). Данные передаются автоматически, без участия персонала (пилотов и технического состава), сразу после остановки двигателей, оцениваются в инженерных центрах и по результатам выдаются рекомендации.

Выводы

Учитывая широкое использование эксплуатантами воздушных судов таких информационных технологий, актуальным является внедрение их в учебный процесс.

Список литературы

1. AMOS_Brochure_2016. Swiss AviationSoftware, 2016. - 16 с.
2. Boeing 787 Ground Handling, 2016. - 99 с.
3. Boeing. Toolbox Mobile Library, 2016.-145 с.
4. Boeing. AHM Notify Frequently Asked Questions, 2016. -145 с.
5. *Алексаян А.Р.* Планирование процедур поддержания лётной годности воздушных судов на основе информационных технологий сетевого планирования: – СПб.: Научный вестник МГТУ ГА №173, 2011. - 345 с.
6. *Кулик Н.С., Кучер А.Г., Тарасенко А.В.* Система управления техническим состоянием авиационных газотурбинных двигателей в эксплуатации// Вісник КМУЦА № 1, - К.: КМУЦА, 2000.- С. 29-37.4.

*A.V. Goncharenko, Doctor of Engineering Sciences,
(National Aviation University, Ukraine)*

Bayes criterion modified with subjective preferences functions densities distributions used at the choosing of the decision making thresholds

The considered herein application of the subjective entropy extrimization principle to the solutions of the aeronautical engineering diagnostics problems in the context of the optimal threshold values assignment gives an opportunity to obtain the needed results with the help of preferences densities distributions.

Convenience of the subjective preferences functions densities distributions

One may often encounter a problem when some uncertain factor, influencing the outcome of a decision making process at aeronautical engineering diagnostics, may have two possible meanings [1, 2]. This situation occurs at diagnosing in circumstances with two possible diagnoses. It is impossible to choose the threshold value of x_0 at which the decisive rule does not give wrong decisions because of the two areas of the diagnoses intersect [1, 2].

There is also an uncertainty of it and not only in the intersection but also due to the related risk indistinctness. This paper prolongs the previous researches [3] in the direction of the subjective entropy methods applications, similarly to works [4-27], in such events expediency. Consider the case represented in fig. 1.

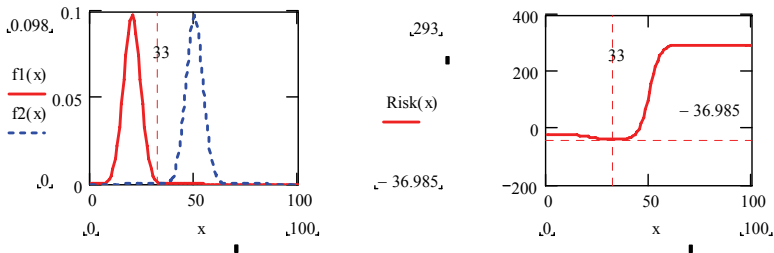


Fig. 1. Illustrations of the densities and risk on an average

In fig. 1 diagnostic parameter of x statistical conditional probabilities distributions densities of $f1(x)$ and $f2(x)$ for both diagnoses of D_1 and D_2 as well as for the corresponding expectation of the risk $Risk(x)$ are plotted with the use of the following accepted expressions and data for them mostly discussed at paper [3].

Relations for densities $f1(x) = f(x | D_1)$ and $f2(x) = f(x | D_2)$:

$$f(x | D_1) = \frac{e^{-ky_1(x)}}{F_1}, \quad f(x | D_2) = \frac{e^{-ky_2(x)}}{F_2}, \quad (1)$$

where: k – coefficient;

$y_1(x)$, $y_2(x)$ – functions modeling corresponding factors influences:

$$y_1(x) = x^2 - 40x, \quad y_2(x) = x^2 - 100x; \quad (2)$$

F_1 , F_2 – corresponding normalizing constants:

$$F_1 = \int_0^{100} e^{-ky_1(x)} dx, \quad F_2 = \int_0^{100} e^{-ky_2(x)} dx. \quad (3)$$

For the risk expectation of $\text{Risk}(x) = R$, traditional view of [1, Chapter 3, § 5, P. 24, (5.6)]:

$$R = C_{11} P_1 \int_{-\infty}^{x_0} f(x | D_1) dx + C_{21} P_1 \int_{x_0}^{\infty} f(x | D_1) dx + C_{12} P_2 \int_{-\infty}^{x_0} f(x | D_2) dx + C_{22} P_2 \int_{x_0}^{\infty} f(x | D_2) dx, \quad (4)$$

where: C_{ij} – “prices” of decisions H_{ij} , ($i, j = 1, 2$) (the first subscript designates the accepted diagnosis, the second – indicates the real state), made with the rule [1, Chapter 3, § 5, P. 22, (5.1)]:

$$\text{at } x < x_0 \quad x \in D_1, \quad \text{at } x > x_0 \quad x \in D_2; \quad (5)$$

$P_1 = P(D_1)$, $P_2 = P(D_2)$ – priory probabilities of the diagnoses (deemed to be known on the basis of the preliminary obtained statistical data) [1, 2].

The accepted calculation data are according to work [3]: $k = 0.03$, $P_1 = 0.7$, $P_2 = 0.3$, $C_{11} = -10$, $C_{22} = -100$, $C_{21} = 10$, $C_{12} = 1000$.

The minimal average risk of $R = -36.985$ at $x_0 = 33$ (see fig. 1) can be found either by the direct calculation methods using expressions (1-5) (the results are shown in fig. 1) or with the help of the first and second order conditions [1, Chapter 3, § 5, P. 25, (5.8), (5.9)], [2, Vol. 3, Chapter 13, § 1, P. 276, (13.30)].

Herein it is represented an attempt with the use of the subjective analysis approach likewise in publications [3-27]. The subjective entropy method application makes it visual how much in a relative scale the threshold optimal value x_0 is preferable. The results of modeling are shown in fig. 2, 3.

In fig. 2 one may notice the indistinctness of the objectively existing minimal value of the risk $R = -36.985$ at $x_0 = 33$, whereas in fig. 3 there is a sharp increase of the corresponding preferences density distribution. At the less preferable values of

parameter $x < x_0$ or $x > x_0$ the shape of the preferences functions distribution densities are rather flat.

For the case with the function of $y_2(x)=x^2-140x$ from the set of equations (2) considered above, the matter has been discussed in report [3].

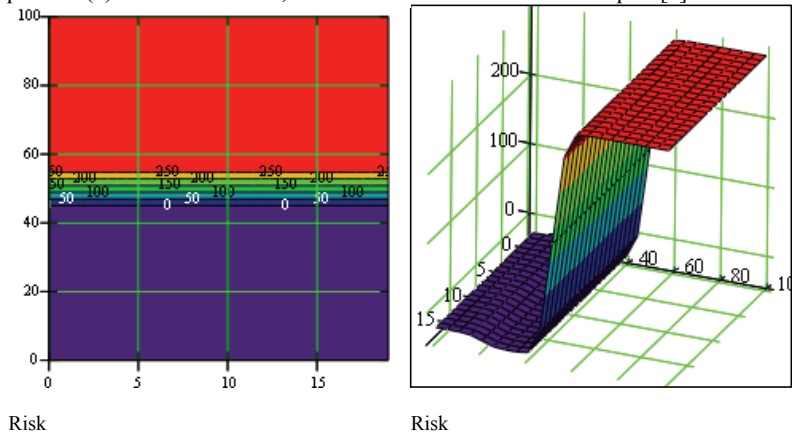


Fig. 2. Illustration of the risk

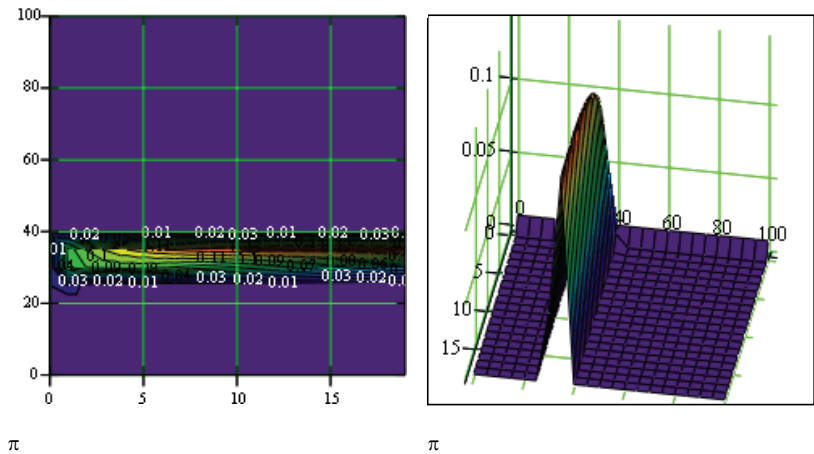


Fig. 3. Illustration of the preferences

Conclusions

3-D surface and contour plots in fig. 3 illustrate the feature of the optimal subjective preferences functions distributions $p_i(\cdot)$ to visualize the objective effectiveness functions optimal values.

References

1. Биргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / Ред. совет: В. С. Авдеевский (пред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986-1990.
3. Goncharenko A. V. Distinguishing minimal engineering diagnosis risks via preferences functions / A. V. Goncharenko // Proceedings of The Seventh World Congress “Aviation in the XXI-st Century” “Safety in Aviation and Space Technologies”. Kyiv, Ukraine, September 19-21, 2016: матеріали конгр. – Київ, НАУ; 2016. – pp. 1.2.6-1.2.10.
4. Касьянов В. А. Элементы субъективного анализа: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2003. – 224 с.
5. Касьянов В. А. Субъективный анализ: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
6. Kasianov V. Subjective entropy of preferences. Subjective analysis: monograph / V. Kasianov. – Warsaw, Poland: Institute of aviation, 2013. – 644 p.
7. Касьянов В. А. Свет и тень. Пропорции теневой экономики. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: Кафедра, 2013. – 86 с.
8. Касьянов В. А. Вариационные принципы субъективного анализа. Модифицированный вариационный принцип Эйлера-Лагранжа. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2015. – 112 с.
9. Касьянов В. А. Энтропийная парадигма в теории активных систем: монография / В. А. Касьянов. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2016. – 657 с.
10. Goncharenko A. V. Optimal managerial and control values for active operation / A. V. Goncharenko // Electronics and control systems. – 2016. – № 3(49). – pp. 112-115. (ISSN: 1990-5548)
11. Goncharenko A. V. “Several Models of Artificial Intelligence Elements for Aircraft Control”, 2016 IEEE 4th International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)”: Proceedings of the Conference. (Oct. 18-20 2016, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2016, pp. 224-227.
12. Goncharenko A. V. Some Identities of Subjective Analysis Derived on the Basis of the Subjective Entropy Extremization Principle by Professor V. A. Kasianov / A. V. Goncharenko // Automatic Control and Information Sciences, 2014. – vol. 2, no. 1. pp. 20-25. doi: 10.12691/acis-2-1-4.
13. Goncharenko A. V. “Expediency of unmanned air vehicles application in the framework of subjective analysis,” 2013 IEEE 2nd International Conference “Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments”: Proceedings of the Conference. (Oct. 15-17 2013, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2013, pp. 129–133.
14. Goncharenko A. V. “Navigational alternatives, their control and subjective entropy of individual preferences,” 2014 IEEE 3rd International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC): Proceedings of

the Conference. (Oct. 14-17 2014, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2014, pp. 99–103.

15. Goncharenko A. V. “Applicable Aspects of Alternative UAV Operation,” 2015 IEEE 3rd International Conference “Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments”: Proceedings of the Conference. (Oct. 13-15 2015, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2015, pp. 316–319.

16. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К., 2016. – 328 с.

17. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: автореф. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К.: НАУ, 2016. – 39 с.

18. Goncharenko A. V. Artificial versus natural intellect in control of optimality / A. V. Goncharenko // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту: міжнародна наукова конференція, Євпаторія, 20-24 травня 2013 р.: матеріали конф. – Херсон: ХНТУ, 2013. – pp. 20-22.

19. Goncharenko A. V. Horizontal flight for maximal distance at presence of conflict behavior (control) of the aircraft control system active element / A. V. Goncharenko // Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції “ABIA-2013”. (21-23 травня 2013 р., Київ). – Т. 4. – К.: НАУ, 2013. – pp. 22.30-22.33.

20. Goncharenko A. V. Control of flight safety with the use of preferences functions / A. V. Goncharenko // Electronics and control systems. – 2013. – № 3(37). – pp. 113-119. (ISSN: 1990-5548)

21. Goncharenko A. V. A particular case of a variational problem of control in an active aviation system / A. V. Goncharenko // Transactions of the institute of aviation. – 2013. – № 228. – pp. 3-12. (ISSN 0509-6669 / ISSN 2300-5408 el vers)

22. Goncharenko A. V. Measures for estimating transport vessels operators’ subjective preferences uncertainty / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМА. – 2012. – № 1(6). – pp. 59-69. (ISSN 2077-3617)

23. Goncharenko A. V. The optimal commercial speed of a transport vessel with respect to operators’ subjective preferences / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМІ. – 2011. – №2(5). – pp. 12-20. (ISSN 2077-3617)

24. Goncharenko A. V. Aircraft maximal distance horizontal flights in the conceptual framework of subjective analysis / A. V. Goncharenko // Вісник НАУ. – 2013. – № 4(57). – pp. 56-62. (ISSN 1813-1166 print / ISSN 2306-1472 online)

25. Goncharenko A. V. Rational modes of operation for a four-arm tiller electro-hydraulic steering gear with respect to multi-alternativeness and preferences / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМА. – 2013. – № 1 (8). – pp. 28-34.

26. Goncharenko A. V. A concept of entropy approach to the problem of multi-alternative operational modes control / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМА. – 2013. – № 2(9). – pp. 26-34. (ISSN 2077-3617)

27. Goncharenko A. V. Subjective entropy extremization principle as a tool of an aircraft maximal duration horizontal flight control / A. V. Goncharenko // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – Вып. 8 (105). – pp. 229-234. (ISSN 1727-7337).

*Н.В. Терлецька (Державна авіаційна служба України, Україна)
О.І. Юрченко (Національний авіаційний університет, Україна)*

Поступові кроки з наближення галузі цивільної авіації до стандартів європейського союзу в питаннях підтримання льотної придатності повітряних суден

В роботі представлені результати аналітичного дослідження спільної роботи над досягненням збіжності систем сертифікації у сферах первинної льотної придатності, підтримання льотної придатності та технічного обслуговування авіатехніки та її компонентів.

Цивільна авіація України є складовою частиною єдиної транспортної системи України, а також міжнародної системи цивільної авіації. Головним завданням галузі на даному етапі розвитку є задоволення потреб держави у забезпеченні стабільного розвитку авіаційної галузі, приведення нормативно-правової бази у відповідність з міжнародними стандартами, забезпечення статусу України як транзитної держави з урахуванням її унікального географічного розташування.

Держава Україна у сфері цивільної авіації інтегрувалася та стала членом багатьох міжнародних організацій, таких як Міжнародна організація цивільної авіації (ICAO), ратифікована Україною 10 серпня 1992 р., Європейська організація з безпеки аеронавігації (ЄВРОКОНТРОЛЬ) членом якої Україна є з 01.05.2004, Європейська конференція цивільної авіації (ЕСАС) членом якої Україна є з 15.12.1999 р., співпраця між Державіаслужбою та Європейським Агентством з безпеки авіації (EASA) здійснюється на підставі укладених Робочих домовленостей від 09.12.2010 р. Участь України в цих організаціях вимагає як найшвидшого, оперативного забезпечення рівня безпеки авіації.

Приєднавшись до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію (Чикаго, 1944 р.), Україна взяла на себе зобов'язання щодо створення необхідних умов для безпечного та ефективного виконання польотів відповідно до Стандартів та Рекомендованої практики Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO).

В період 2013-2016 років Державною авіаційною службою України та Єврокомісією в робочому порядку узгоджений проект Домовленості між Державною авіаційною службою України та Європейською Комісією щодо збіжності систем сертифікації.

16 січня 2017 року керівником Державної авіаційної служби України та представником Єврокомісії, Генеральним директором з питань мобільності та транспорту Європейської Комісії підписано Домовленість щодо збіжності систем сертифікації між українським відомством та Європейською Комісією. Документ передбачає, що найближчі 5 років триватиме спільна робота над досягненням збіжності систем сертифікації у сферах первинної льотної придатності, підтримання льотної придатності і технічного обслуговування авіатехніки та її компонентів. Державіаслужба підготує порівняння

регуляторних та процедурних вимог сторін та відобразить будь-які наявні відмінності, визначить необхідні заходи для досягнення збіжностей та дати впровадження. Раніше, у 2013 році, Україна взяла на себе зобов'язання завершити опрацювання міжнародної домовленості стосовно збіжності систем сертифікації, щоб підписати цей документ разом з Угодою про Спільний авіаційний простір (САП). В листопаді минулого року проект домовленості був остаточно погоджений та прийнято рішення про її підписання окремо від Угоди про САП. Підписання робочої домовленості сьогодні – знак того, що прагнення української авіації відповідати європейським стандартам, не спинити. Україна працюватиме за одними правилами, а це означає, що українська авіаційна техніка буде зрозумілою для європейських експлуатантів. В той же час велика увага приділяється інтересам авіабудівної промисловості України. Робоча домовленість не зашкодить чинним промисловим стандартам України у виробництві повітряних суден та їх компонентів, які не охоплені положеннями Угоди про САП.

Україна продовжує виконувати функції та завдання держави-розробника, держави-виробника, держави реєстрації та держави-експлуатанта. Виходячи з цього, взаємодія між Україною та Європейським Союзом і його державами-членами в частині визнання виданих Україною сертифікатів/схваленень визначатиметься двосторонньою Угодою з безпеки польотів (Bilateral Aviation Safety Agreement - BASA) між Україною та Європейським Союзом.

На сьогоднішній день в Україні адаптовано наступні нормативно-правові акти з питань льотної придатності повітряних суден:

- Авіаційні правила України, Частина 21 "Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника" АПУ-21 (Part-21), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 17 січня 2014 № 27, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 6 лютого 2014 р. за № 240/25017;

- Правила з підтримання льотної придатності (Part-M), затверджені наказом Міністерства інфраструктури від 10 лютого 2012 р. № 85, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 28 лютого 2012 р. за № 333/20646;

- Правила схвалення організацій з підготовки до технічного обслуговування (Part-147), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 27 липня 2011 р. № 237, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 18 серпня 2011 р. за № 986/19724;

- Правила схвалених організацій з технічного обслуговування (Part - 145), затверджені наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 20 квітня 2010 р. № 209, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 02 серпня 2010 р. за № 591/17886;

- Правила видачі свідоцтв персоналу з технічного обслуговування повітряних суден (Part-66), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 27 липня 2011 р. № 238, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 18 серпня 2011 р. за № 987/19725;

- Методичні рекомендації щодо видачі свідоцтв персоналу з технічного обслуговування повітряних суден (Pat-66) затверджені наказом Державіаслужби України від 18.01.2012 р. № 40.

Проте зазначені нормативно-правові акти не дають можливості в повній мірі перейти на Європейську систему підтримання льотної придатності повітряних суден. Зазначені правила потребують введення в дію детальних процедур, що надасть суб'єктам авіаційної діяльності можливість розуміти не лише вимоги але й чітку систему взаємодії з Державіаслужбою в питаннях підтримання льотної придатності.

Висновок

Хоча Україна й продовжує виконувати функції і завдання держави-розробника, держави-виробника, держави реєстрації та держави-експлуатанта, а за останні роки зробила рішучі і значні кроки щодо інтегрування у сферу світової авіації, нажалі недосконалість законодавчого та нормативно-правового регулювання діяльності суб'єктів авіаційної діяльності негативно впливає на безпеку авіації та темпи розвитку авіаційної галузі в цілому.

Список літератури

1. Повітряний кодекс України. Наказ №3393-VI від 19.05.2011.
2. Правила видачі свідоцтв персоналу з технічного обслуговування повітряних суден (Part-66), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 27.07.2011 № 238, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 18.08. 2011 за № 987/19725.
3. Правила схвалених організацій з технічного обслуговування (Part -145), затверджені наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 20.04.2010 № 209, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 02.08.2010 за № 591/17886.
4. Правила схвалення організацій з підготовки до технічного обслуговування (Part-147), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 27.07.2011 № 237, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 18.08. 2011 за № 986/19724.
5. Правила з підтримання льотної придатності (Part-M), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 10.02.2012 № 85, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 28.02. 2012 за № 333/20646.
6. Авіаційні правила України, Частина 21 «Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника» АПУ - 21 (Pat-21), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 17.01.2014 № 27, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 06.02.2014 за № 240/25017.

S.O. Puzik, Candidate of Technical Sciences,
O.S. Puzik, Candidate of Technical Sciences
(National Aviation University, Ukraine)

Coagulation's Influence during Purification on Operational Efficiency of Gravitational Cleaners

The interrelationship of particle sizes contamination in gravity type fuel purifiers was defined. A new approach of coagulation's influence on gravitational cleaners characteristics is proposed. An approximate calculated expression to determine the value of the gravitational constant coagulation was founded. Particle distribution of contamination on the gravitational cleaner's rings, depending on their size, been determined

Coagulation calculation

The size of contamination particles affect to cleaning efficiency and productivity of force cleaners: in a case they are bigger, cleaners receive smaller dimensions and less time of purification [1]. Even in the absence of an external electric field in contaminated liquids the process of consolidation of colliding particles, ie coagulation, takes place, which during cleaning liquids is a positive factor [2].

Therefore clarify opportunities and quantitative evaluation of coagulation in cleaning devices gravitational type amounts both theoretical and practical interest.

During the passage of liquid through the cleaner particle pollution deposited under the forces of gravity, larger particles settle quickly and on the way can capture smaller, as a result coagulation (consolidation) particle contamination take place.

To quantify this phenomenon using the concept of constant gravitational coagulation kinetics. It is calculated using the formula:

$$K = (V_l - V_s) p \left(\frac{3}{4\pi} V \right)^{\frac{2}{3}} E_1, \quad (1)$$

where $\left(\frac{3}{4\pi} V \right)^{\frac{2}{3}}$ — sectional area larger particles; V_l, V_s — sedimentation rate larger and smaller particles in accordance; E_1 — coefficient of capture smaller particle by larger particle, $E_1 = \frac{4\alpha}{1 - g_1}$.

By adopting a first approximation balls shape of particles with diameters d_s i d_l for smaller and larger particles in accordance have $\left(\frac{3}{4\pi} V \right)^{\frac{2}{3}} \approx \frac{\pi d_s^2}{4}$, α — mediated probability coefficient of two contamination particles fusion (to a first approximation it is considered equal $\alpha = d_s / d_l$). Coefficient g_1 equals $g_1 \approx \left(\frac{d_s}{d_l} \right)^2$.

For researched force cleaner gravitational type $V=\dot{y}_1=\frac{726d^2}{0,066}\left(1-e^{-\frac{0,066}{d^2}}\right)$ or

$$V=\dot{y}=\frac{726d^2}{0,066}.$$

After substitution of these values in the formula (1) obtain an approximate formula for the determination of the gravitational constant coagulation:

$$K=(V_l-V_s)\frac{p^2d_sd_l^3}{d_s^2-d_l^2}\approx\frac{726d^2}{0,066}(d_s^2-d_l^2)\frac{p^2d_sd_l^3}{d_s^2-d_l^2}=\frac{726d^2}{0,066}p^2d_sd_l^3=108455,6d_sd_l^3$$

Calculation results are presented in Table 1.

Table 1

d_l, sm	d_s, sm			
	0,001	0,002	0,005	0,01
0,002	0,000000867			
0,005	0,0000135	0,000027		
0,01	0,000108	0,000217	0,000542	
0,02	0,000867	0,001735	0,00433	0,00867

Therefore $0,00867 \geq K \geq 0,000000867$, that the probability of coagulation in the gravitational cleaning (0.867%) almost could not positively affect on cleaners work. The distribution of contamination particles with different sizes can visually illustrated by the diagram (Fig. 1).

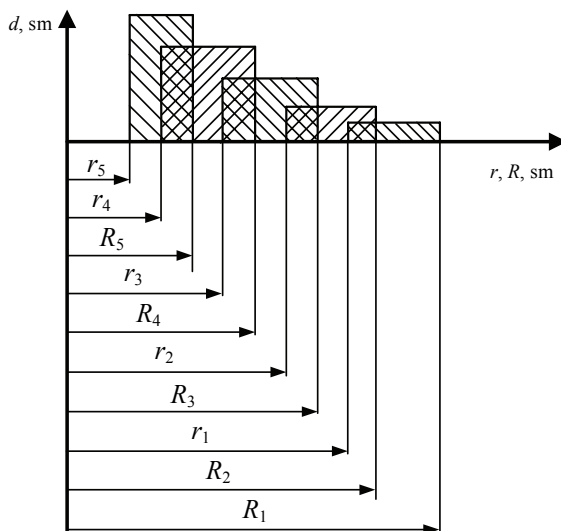


Fig.1. Diagram of settled contamination particles' distribution

According to the Table 1 contamination particles with size $d_1 = 0,001$ sm will settle on the rings with radius $r_1 = 14,57$ sm and $R_1 = 59,14$ sm; particles with size $d_2 = 0,002$ sm will settle on the rings with radius $r_2 = 10,23$ sm and $R_2 = 22,67$ sm; particles with size $d_3 = 0,005$ sm will settle on the rings with radius $r_3 = 8,82$ sm and $R_3 = 11,2$ sm; particles with size $d_4 = 0,01$ sm will settle on the rings with radius $r_4 = 8,63$ sm and $R_4 = 9,238$ sm; particles with size $d_5 = 0,02$ sm will settle on the rings with radius $r_5 = 8,586$ sm and $R_5 = 8,78$ sm. Therefore, on the first ring coagulation possible between particles with sizes d_1 and d_2 , on the second ring coagulation possible between particles with sizes d_1, d_2 and d_3 , on the third ring coagulation possible between particles with sizes d_2, d_3 and d_4 , on the fourth ring coagulation possible between particles with sizes d_3, d_4 and d_5 , on the fifth ring coagulation possible between particles with sizes d_4 and d_5 .

For understanding used approach for coagulations affect into force cleaners work presented scheme on Fig. 2 [3–5].

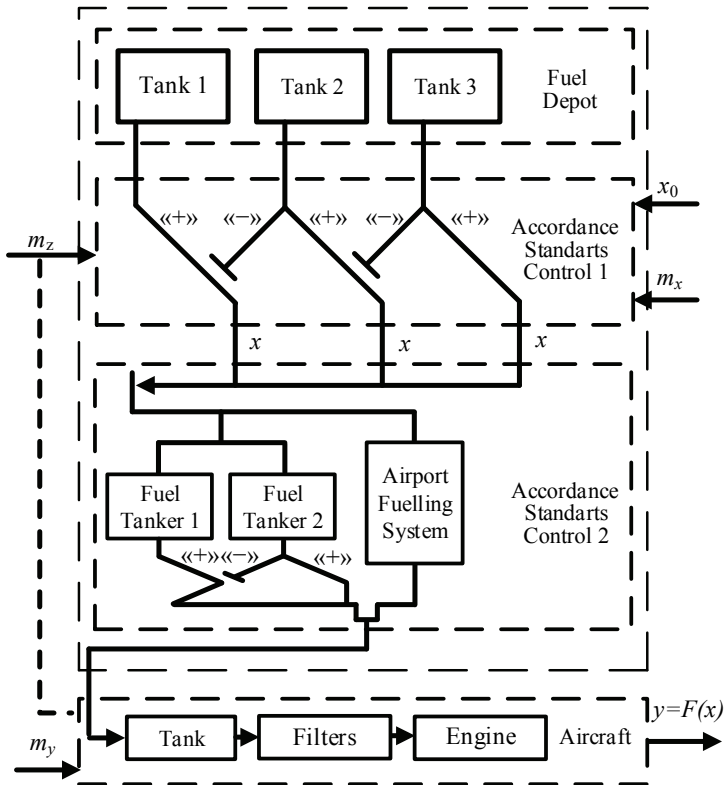


Fig. 2. Scheme of interconnection aviation fuel preparation process to the fueling aircraft with the operation of fuel systems

x та y – output characteristics; m_x та m_y – obstacles acting on appropriate objects; x_0 – set "ideal" value of the evaluation of efficiency object's output characteristics; m_z – the impact of feedbacks; «+»– parameter controls within corresponding regulations; «-»– parameter control outside corresponding regulations

Conclusions

The object of control is the process of preparing for fueling aircraft. To provide the necessary output conditions of flight, it should be considered rational of application and quality of the implementation of its stages. We assume that the interrelated factors, which influence on the process of preparation, are within acceptable limits and do not change its output characteristics. In actual operating conditions aircraft it is possible with the proper performance of other types before flights work.

References

1. Пузік С.О. Повнорозмірний стенд для дослідження силових очисників авіаційних палив [The Full-sized Test-bench for the Research of Force Cleaners of Aviation Fuels] / С.О. Пузік, О.С. Пузік, А.П. Чернов, А.В. Вареник // Пат. 100571 України, МПК МПК G01M 7/06, G01N 33/22. — №201501335, Заявл. 17.02.2015; Опубл. 10.08.2015, Бюл. №15. — 8 с.
2. Пузік С.О. Методичні аспекти проблеми очищення авіаційного палива силовими очисниками. Препринт [Methodological Aspects of Aviation Fuel Purification Problem by Force Cleaners. Preprint] / С.О. Пузік, В.С. Манзій. – К.: НАУ, 2010. — 45 с.
3. Riegel's Handbook of Industrial Chemistry. Ninth Edition. Edited by James A. Kent. Springer Science+Business Media. — 1992. — 1287 p.
4. Speight James G. Handbook of Petroleum Product Analysis / James G. Speight. — New Jersey, USA. — 2015. — 350 p.
5. Cheremisinoff Nicholas P. Handbook of Pollution Prevention and Cleaner Production. Best practices in The Petroleum Industry. / Nicholas P. Cheremisinoff, Paul Rosenfeld. — MA, USA. — 2009. — 257 p.

*A.V. Goncharenko, Doctor of Engineering Sciences,
(National Aviation University, Ukraine)*

Optimal maintenance periodicity for aeronautical engineering operation determined on the theoretical platform of subjective analysis

The proposed approach implies application of not probabilistic but subjective analysis methods for solving a problem of optimal maintenance periodicity in a case of a gradual failure. It requires considering the operational situation as multi-alternative. Computer simulation illustrates the ideas of the theoretical platform.

Traditional way of the maintenance optimal periodicity determination in case of a gradual failure development

When the maintenance optimal periodicity determination [1, pp. 168-173, § 15.4] with a gradual failure development is considered, traditionally they reckon with a damage that might have happened before [1, pp. 168-173, § 15.4, esp. pp. 170-172]. The rate of the failure development after the damage occurrence is being taken into account according to the scheme shown in fig. 1.

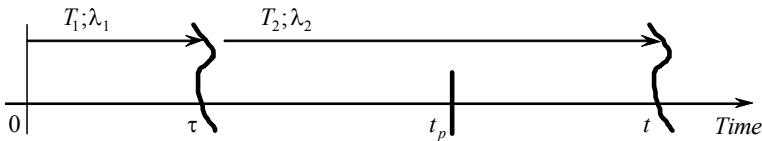


Fig. 1. Illustration of a failure after a damage development

The essence of the scheme (see fig. 1) is that, let us say, that at the work of a product at a random moment of time τ there happens a damage, the further development of which leads to the failure at the moment of time t . Maintenance has to be performed in the interval (τ, t) at the moment t_p .

Usually, the probabilistic approach to the described problem solution is used. It is as follows. Accepting, for instance, the law of the damages appearance times distribution, as well as of their development times to the failure happening, as the exponential ones with the corresponding intensities of λ_1 and λ_2 (see fig. 1), [1, P. 171], that is

$$f_1(t) = \lambda_1 e^{-\lambda_1 t}, \quad f_2(t) = \lambda_2 e^{-\lambda_2 t}, \quad (1)$$

the probability of the conjoint event – emergence of the damage and the failure not coming out is [1, P. 171, (15.1)]:

$$P_{DF} = P(t, \tau) = P(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}). \quad (2)$$

The optimal time interval for the scheduled maintenance works performance will easily be found at

$$\frac{dP_{D\bar{F}}}{dt} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (\lambda_2 e^{-\lambda_2 t} - \lambda_1 e^{-\lambda_1 t}) = 0. \quad (3)$$

Solving equation (3), we find the sought optimal periodicity of the scheduled maintenance works performance, [1, P. 171]:

$$t_p = \frac{\ln \lambda_1 - \ln \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}. \quad (4)$$

The probabilistic approach with the use of the equations of (1-4) is illustrated with the diagrams shown in fig. 2.

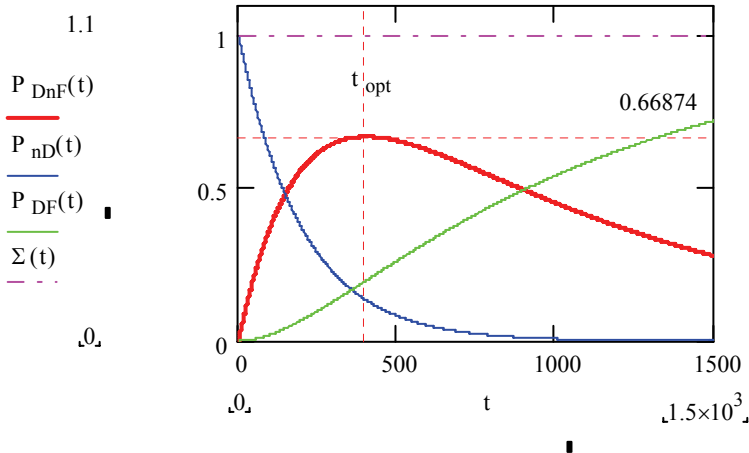


Fig. 2. Results of computer calculation experiments on the MathCad platform in the framework of probabilistic method

The parameters necessary to plot diagrams shown in fig. 2 have been chosen as follows: $\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$; $\lambda_2 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$; $t = 0 \dots 1.5 \cdot 10^3 \text{ h}$. Also, in fig. 2, the function of $P_{DnF}(t)$ stands for $P_{D\bar{F}}$ and $P_{nD}(t)$ – probability of a damage not occurrence; $P_{DF}(t)$ – probability that both damage and failure happen; $\Sigma(t) = 1$ – normalizing condition; $t_{opt} \approx 402 \text{ h}$.

Entropy approach applicability to the problem solution

Now we propose a solution of the problem on the non probabilistic way. Not in the conceptual framework of probabilities considerations in accordance with formulae (1-4) but with the help of subjective entropy extremization principle [2-7] applied to the variety of multi-alternativeness problems [8-16]. Imagine a two-alternative operational situation with the two alternatives, namely: “undamaged” and

“damaged” states. Since “failure” is deemed a state without an exit so its preference equals zero. Corresponding effectiveness functions are the intensities of λ_1 and λ_2 (see fig. 1). Compilation of the objective functional similar to [8, P. 112, (2)]:

$$\Phi_{\pi} = - \sum_{i=1}^2 \pi_i(\lambda_{\bar{i}}) \ln \pi_i(\lambda_{\bar{i}}) - t_p^* \sum_{i=1}^2 \pi_i(\lambda_{\bar{i}}) \lambda_i + \gamma \left[\sum_{i=1}^2 \pi_i(\lambda_{\bar{i}}) - 1 \right], \quad (5)$$

where: $\pi_i(\lambda_{\bar{i}})$ – preferences functions distributed in regards with the other alternative effectiveness functions $\lambda_{\bar{i}}$; t_p^* – endogenous parameter of the operational system reflecting the importance (value-ability) of the considered reachable alternatives; γ – one more structural parameter of the system (endogenous parameter analog to t_p^* and an uncertain Lagrange multiplier for the normalizing condition of $\left[\sum_{i=1}^2 \pi_i(\lambda_{\bar{i}}) - 1 \right]$

respectively to its supposition); gives a possibility of finding the optimal preferences functions distribution basing upon the necessary conditions for functional (5) extremum existence:

$$\frac{\partial \Phi_{\pi}}{\partial \pi_i(\cdot)} = 0. \quad (6)$$

Indeed, from expressions (5, 6)

$$\frac{\partial \Phi_{\pi}}{\partial \pi_i(\cdot)} = - \ln \pi_i(\cdot) - 1 - t_p^* \lambda_i + \gamma = 0, \quad \forall i = \overline{1, 2}. \quad (7)$$

This inevitably means in turn [8, 10, 14, 15]:

$$\ln \pi_1(\cdot) + t_p^* \lambda_1 = \gamma - 1 = \ln \pi_2(\cdot) + t_p^* \lambda_2. \quad (8)$$

$$t_p^* = \frac{\ln \pi_1(\cdot) - \ln \pi_2(\cdot)}{\lambda_2 - \lambda_1}. \quad (9)$$

Thus, we have got the law of subjective conservatism [8, 10, 14, 15] if the values of parameters t_p^* , λ_1 , and λ_2 are given.

In case

$$\pi_i(\lambda_{\bar{i}}) = x \lambda_{\bar{i}}, \quad \pi_1(\lambda_2) = x \lambda_2, \quad \pi_2(\lambda_1) = x \lambda_1, \quad (10)$$

where x – unknown, uncertain multiplier in type of the Lagrange one, we obtain the needed optimal periodicity (4) with the help of the procedure considered through (5-10).

Computer simulation on the developed theoretical statements

Then, let us show that in case expressed with (5-10) the optimal value of the sought maintenance interval t_p^* , traditionally obtained through the procedure of (1-4), has been got for the given values of preferences $\pi_i(\cdot)$ and at this the optimum of t_p^*

makes the preferences of $\pi_i(\cdot)$ also be optimal for the objective functional (5). Consider a variation δ of the preferences functions $\pi_i(\cdot)$. For the variation of $\delta = [-0.15 \dots 0.15]$ the result of modeling is represented in fig. 3.

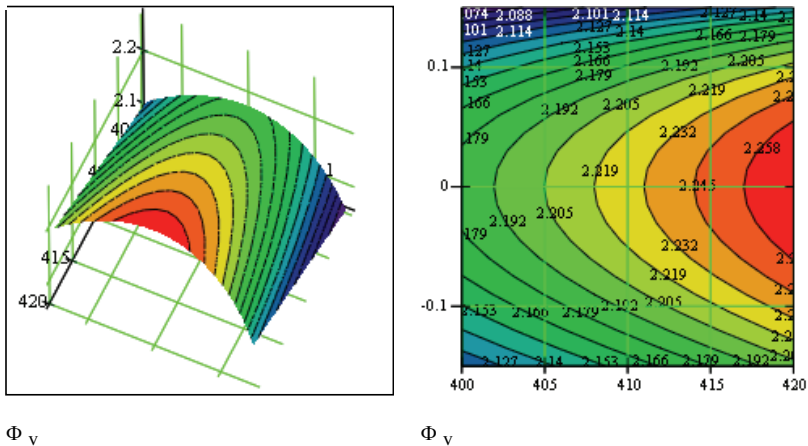


Fig. 3. Results of computer calculation experiments on the MathCad platform for the extreme values of the objective functional

3-D surface and contour plots in fig. 3 illustrate the feature of the optimal subjective preferences functions distributions $\pi_i(\cdot)$ to deliver an extremal (maximal) value to the objective functional (5).

Conclusions

The application of the considered herein subjective entropy extrimization principle to the solutions of the aircraft operation problems in the context of the optimal periodicity of aeronautical engineering maintenance gives an opportunity to obtain the needed result in different from probabilistic way.

References

1. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учеб. для вузов / Н. Н. Смирнов, Н. И. Владимиров, Ж. С. Черненко и др.: Под ред. Н. Н. Смирнова. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.
2. Касьянов В. А. Элементы субъективного анализа: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2003. – 224 с.
3. Касьянов В. А. Субъективный анализ: монография / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
4. Kasianov V. Subjective entropy of preferences. Subjective analysis: monograph / V. Kasianov. – Warsaw, Poland: Institute of aviation, 2013. – 644 p.

5. Касьянов В. А. Свет и тень. Пропорции теневой экономики. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: Кафедра, 2013. – 86 с.
6. Касьянов В. А. Вариационные принципы субъективного анализа. Модифицированный вариационный принцип Эйлера-Лагранжа. Энтропийный подход: монография / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2015. – 112 с.
7. Касьянов В. А. Энтропийная парадигма в теории активных систем: монография / В. А. Касьянов. – К.: ДП НВЦ «Приоритети», 2016. – 657 с.
8. Goncharenko A. V. Optimal managerial and control values for active operation / A. V. Goncharenko // *Electronics and control systems: Scientific journal*. – Kyiv: Publishing house “Osvita Ukraini”, 2016. – № 3(49). – pp. 112-115.
9. Goncharenko A. V. “Several Models of Artificial Intelligence Elements for Aircraft Control”, 2016 IEEE 4th International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC)”: Proceedings of the Conference. (Oct. 18-20 2016, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2016, pp. 224-227.
10. Goncharenko A. V. Some Identities of Subjective Analysis Derived on the Basis of the Subjective Entropy Extremization Principle by Professor V. A. Kasianov / A. V. Goncharenko // *Automatic Control and Information Sciences*, 2014. – vol. 2, no. 1. pp. 20-25. doi: 10.12691/acis-2-1-4.
11. Goncharenko A. V. “Expediency of unmanned air vehicles application in the framework of subjective analysis,” 2013 IEEE 2nd International Conference “Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments”: Proceedings of the Conference. (Oct. 15-17 2013, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2013, pp. 129–133.
12. Goncharenko A. V. “Navigational alternatives, their control and subjective entropy of individual preferences,” 2014 IEEE 3rd International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC): Proceedings of the Conference. (Oct. 14-17 2014, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2014, pp. 99–103.
13. Goncharenko A. V. “Applicable Aspects of Alternative UAV Operation,” 2015 IEEE 3rd International Conference “Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments”: Proceedings of the Conference. (Oct. 13-15 2015, Kyiv). Kyiv, Ukraine: National Aviation University (NAU), 2015, pp. 316–319.
14. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К., 2016. – 328 с.
15. Гончаренко А. В. Експлуатація активних транспортних систем в умовах багатоальтернативності та невизначеності: автореф. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / А. В. Гончаренко. – К.: НАУ, 2016. – 39 с.
16. Goncharenko A. V. Measures for estimating transport vessels operators’ subjective preferences uncertainty / A. V. Goncharenko // *Науковий вісник ХДМА*. – 2012. – № 1(6). – pp. 59-69. (ISSN 2077-3617)

*В.О. Максимов, к.т.н.
(Національний Авіаційний Університет, України)
Г.В. Таран, Заступник генерального директора по безпеці польотів
(Авіакомпанія "Вулкан", Україна)*

Інтеграція систем управління безпекою польотів і якості

В роботі показані результати практичного застосування принципу інтеграції систем управління безпекою польотів і якості при розробці Керівництва з управління безпекою польотів для авіакомпанії, що спеціалізується на виконанні авіаційних робіт.

Стандартами та рекомендованою практикою ІКАО відзначена і заохочується тенденція до інтеграції різних систем управління (якістю (СМЯ), охороною праці, взаємодією з навколишнім середовищем, безпекою польотів (СУБП), авіаційної безпекою).

Інтеграція СУБП і СМЯ дозволяє:

1. зменшити витрати за рахунок зниження дублювання, а отже, підвищити прибутковість;
2. знизити ризики;
3. врегулювати ймовірні конфлікти цілей;
4. запобігти можливим конфліктним взаєминам та обов'язкам співробітників;
5. уникнути "силового" підходу при вирішенні управлінських завдань.

Інтеграція СУБП і СМЯ створює фундамент для моніторингу процесів і процедур щодо виявлення факторів небезпеки (загроз), їх наслідків та оцінки пов'язаних з ними ризиків.

Це забезпечує ефективне управління ризиками з урахуванням всіх особливостей організаційної структури авіакомпанії, умов експлуатації всього парку повітряних суден (ПС), здійснення процесу підтримання льотної придатності.

Цілями системи управління безпекою польотів є виявлення небезпечних факторів, пов'язаних з безпекою польотів, оцінка відповідних ризиків і впровадження ефективних заходів реагування на загрози, в той час як система управління якістю покликана забезпечувати надання продукції і послуг, що відповідають установленим вимогам.

СУБП і система управління якістю мають такі загальні риси:

- є об'єктами планування і управління;
- вимагають постійного моніторингу та оцінки ефективності;
- охоплюють кожну функцію і процес, вимагають залучення для їх ефективного функціонування кожного співробітника;
- націлені на постійне удосконалення.

Головна мета СУБП - забезпечення безпеки авіаційної діяльності. Задоволення вимог безпеки здійснюється шляхом вдосконалення організаційних аспектів з урахуванням впливу людського фактору в процесі

експлуатації парку ПС, здійснення робіт по підтриманню льотної придатності, визначення загроз, виявлення ризиків і управління ними.

Основна мета СМЯ - виконання вимог та задоволення кінцевим результатом (продукцією) споживача послуг (робіт), що надаються, зокрема, замовників авіаційних робіт і перевезень, незалежно від регіону де надаються послуги чи виконуються роботи.

Система управління безпекою польотів частково ґрунтується на принципах СМЯ.

Інтеграція принципів забезпечення якості в СУБП дозволяє забезпечити необхідний рівень стандартизації процесів для досягнення цілей управління факторами ризику, котрі безпосередньо пов'язані з наслідками факторів небезпек (загроз), з якими авіакомпанія може стикатися у своїй авіаційній діяльності.

Таким чином, система управління безпекою польотів включає в себе стратегію як безпеки польотів, так і якості. При цьому, цілі безпеки є пріоритетними при розробці різних комплексів заходів, у тому числі в частині, що стосується управління якістю.

Методи СМЯ забезпечують структурування процесу, який спрямований на досягнення вищевказаними процесами і процедурами поставлених цілей, а у разі виникнення будь-яких проблем, – на їх усунення.

У системи управління безпекою польотів і системи управління якістю використовуються аналогічні процеси управління факторами ризику та забезпечення безпеки польотів.

Система управління безпекою польотів спрямована на те, щоб управляти факторами ризику для безпеки польотів і вимірювати показники ефективності забезпечення безпеки польотів під час надання продукції і послуг. В процесі управління факторами ризику небезпечні фактори або нейтралізуються, або зменшуються за рахунок впровадження ефективних засобів контролю з метою зменшення факторів ризику для безпеки польотів шляхом підтримання належного балансу при розподілі ресурсів між виробничою діяльністю та захисними системами, щоб відповідати вимогам ефективності забезпечення безпеки польотів.

Система управління якістю забезпечує послідовність у наданні продукції та послуг, відповідних стандартам ефективності та очікуванням споживачів та має незалежну функцію забезпечення ефективності шляхом використання зворотного зв'язку. Функція забезпечення якості виявляє неефективні процеси та процедури, які необхідно модифікувати для підвищення їх ефективності.

Взаємозв'язок між СУБП і СМЯ визначає взаємодоповнюючий внесок кожної системи у справу досягнення завдань із забезпечення безпеки польотів і якості та досягається шляхом:

- а) розробки єдиної Політики в області безпеки польотів та якості;
- б) розробки та досягнення єдиного комплексу цілей в сфері безпеки польотів та якості;
- в) функціонування єдиного колегіального органу, який поєднує розгляд та вирішення питань, як з безпеки польотів, так і з якості, – Комітету з безпеки

польотів та якості.

Інтегрована схема системи управління безпекою польотів та системою управління якістю для авіакомпанії, що надає послуги з виконання авіаційних робіт (тобто при сертифікації якої не застосовувались вимоги OPS1), представлена на рисунку 1.

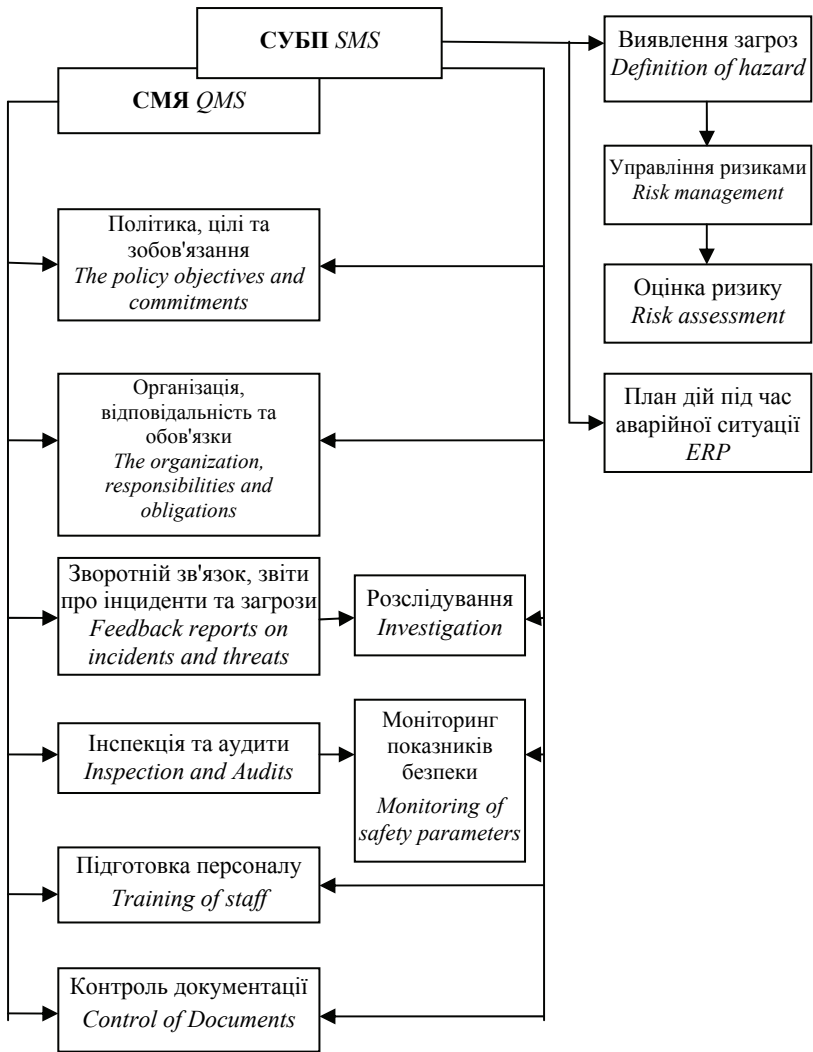


Рис. 1. Інтегрована схема управління безпекою польотів та якості

Висновок

Досліджуючи міжнародний досвід використання СУБП і СМЯ та існуючу, на сьогоднішній час, велику кількість міжнародних стандартів, зокрема ISO, систем та документації з безпеки польотів, а також Стандарти і Рекомендовану практику (SARP's) ICAO необхідно, щоб експлуатант, опираючись на них і національні авіаційні правила та обираючи, в залежності від запропонованих методологій та технологій, зобов'язаний розробити свою власну систему управління безпекою польотів, яка б відповідала масштабу, характеру і складності організації та враховувала б усі небезпеки і ризики, пов'язані з її діяльністю. Така система управління повинна складатися з двох окремих, але доповнюючих один одного компонентів – системи управління якістю (СМЯ) і системи управління безпекою польотів (СУБП).

Список літератури

1. ICAO Doc. 9859, Safety Management Manual (SMM), 3-rd edition, 2013, 251 с.
2. Приложение 19 ИКАО Управление безопасностью полетов, 2013, 44 с.
3. Зубков Б.В., Шаров В.Д. Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке систем управления безопасностью полетов. М., МГТУ ГА, 2010, 196 с.

The effect of plasticity to interlaminar fracture toughness of adhesive bond of composite

***Abstract.** In this paper the effect of plasticity of an adhesive to interlaminar fracture toughness of adhesive bond of thin-walled layered composite is investigated. The characteristics of failure of low toughness adhesive layer were obtained using the double cantilever beam (DCB) sample. The main features of plasticity effect are obtained. The procedure of results use for strength analysis of structure with the plasticity affected adhesive joint is proposed.*

1. Introduction

Adhesive joints of structural components are attractive as for manufacturing of the new aircraft or for repair of structural elements during operation. This type of joint is a good alternative to traditional joining systems (e.g., riveting or welding) for a wide class of components assembling to electronic, automotive, and aerospace industries. There are huge number of publications in this field and the wide range of review-articles dedicated by different aspects of research and developments, production and applications [1-14].

Usually one-parametric estimation of crack (delamination) growth is not sufficient for different type of material and configuration of the damaged structural component. In these cases the additional parameters and models are needed for adequate description of a damaged component fracture. Nowadays the most popular is so called the cohesive zone model, that was founded in [15,16] and improved in many further research. This model allows to describe small crack growth and is used also for describing of the stable crack propagation (R-curve). The concept of the R-curve was developed for crack stable propagation in the plane stress and the first stage of research in this field is given in [17-24]. Problem of adhesively bonded joints with ductile adhesive materials is investigated much less [25,26]. The interesting is the work [27] in which the process of crack stable growth in the elastic-plastic material is described using only one constant of material.

In this paper the effect of plasticity of an adhesive to interlaminar fracture toughness of adhesive bond of thin-walled layered composite is investigated. The characteristics of failure of low toughness adhesive layer were obtained using the double cantilever beam (DCB) sample.

2. Experimental study

The glass/epoxy laminate reinforced by glass fabric was used for preparation of the test samples. The 25x125 mm strips were cut from the GFRP 2mm thick plate and they were used as the adherents of adhesive joint manufacturing in the form of the DCB sample (fig. 1) with initial deboning 55-60 mm. The adherents were connected by the two-component epoxy paste EPON 828/EPICURE 3140 and were cured at room temperature. The curing time of first group samples was 1 day but for second group it was more than 7 days. The thickness of adhesive layer was not more



Fig. 1. General view of the DCB sample

than 0.5 mm. The quasi-static tests of DCB samples, according to the standard, were carried out on an Instron 8800 hydraulic testing machine with controlled displacements at the constant rate of movable clamp 3mm/min. To increase the accuracy of measurement of small values of the load, the S2M meter of small loads (HBM Test and Measurement), with the upper measurement limit of 1 kN, was

connected in series in the loading circuit as the basic force sensor.

The test procedure generally corresponds to ASTM Standard [28] with some deviations caused by obvious signs of manifestation of elastic-plastic deformation of the sample of first group. The standard provides for a continuous loading of the sample at a constant rate moving jaws until a final increment of delamination. A closing step test is supposed to discharge with the same speed as the loading rate. In

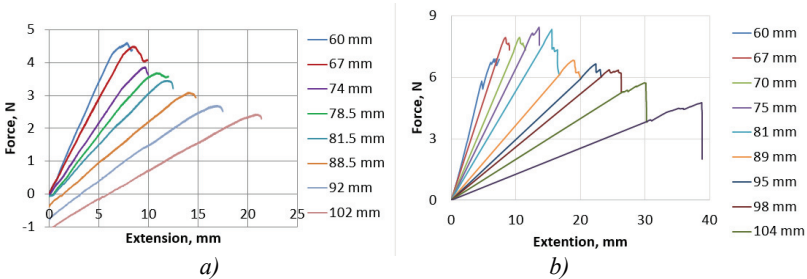


Fig. 2. Force/extension functions for the samples of first (a) and second (b) group

the present experiment, the step-to-step loading/unloading after each 5-7 mm increment of the delamination length was realized. Such modification of the test procedure provides an adequate definition of the elastic compliance on the linear portion of the force/extension record, as well as a more accurate measurement of the initial crack length at the beginning of each loading step. The curves of loading are showed in figure 2 for the sample of first and second group.

3. Test data processing, analysis and discussion.

Common to both groups is a linear relationship between the extension and the load before the start of the delamination growth. However, there is significant difference in the behaviour of samples under stress. The delamination of a sample of first group grows smoothly without sudden jumps of load. In contrast, in the sample of the second group the jump-like growth of delamination and sharp drop of load. The linear dependence of load/extension remains up to a jump.

The standard [28] normally is used in practice of the determination of the mode-I interlaminar fracture toughness of a brittle adhesive joint. Here this standard

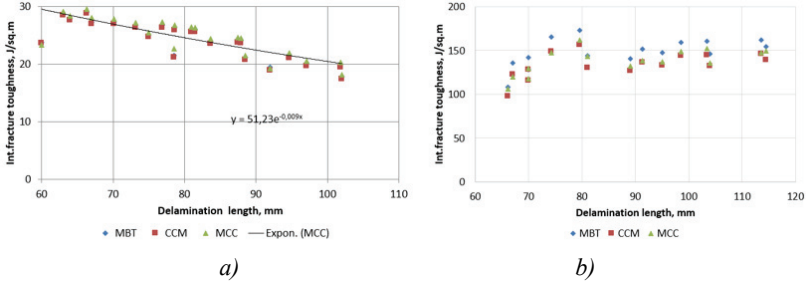


Fig. 3. Interlaminar fracture toughness as a function of delamination length of the sample of first (a) and second (b) group

is used formally also for the elastoplastic adhesive joint. Three options of processing were used: modified beam theory (MBT), compliance calibration method (CC) and Each point of this graph corresponds to the maximum of the experimental curve load/extension of corresponding step of test.

In figure 3 the stress energy release rate is defined by standard procedure for the steady state at which the force is maximal. But a loading is process with the constant extension and some specific changing of force and length of delamination.

Easy to show that the rate of delamination growth can be expressed in equation (1)

$$\frac{dL}{dt} = \frac{1 - C \frac{dP}{d\delta} \frac{d\delta}{dt}}{3P \frac{dC}{dL}} \quad (1)$$

The $P(\delta)$ is the main outcome of test of the DCB sample, C is compliance of the DCB sample. Nonlinear portion measured function (growth of delamination) $P(\delta)$ were approximated a five-order polynomial for determination of a derivative $dP/d\delta$. So, the rate of delamination growth was calculated as time function, and integrating of equation (2) gives current delamination length. As a result, the strain energy release rate can be also calculated for any time moment. The MBT approach gives

$$G_I = \frac{3P\delta}{2H(L + \Delta)} \quad (2)$$

where $\Delta = \beta/\alpha$ is the correcting member of delamination length.

Integrating of equation 2 was done using MATLAB code *ode45*. As a results the evolution of delamination was predicted for unsteady growth at all steps of loading. Finally, the resistance curve can be obtained. In figure 4 the nonlinear parts of function $G_I(L)$ for each step of loading are introduced. It is seen that for all steps of test there is unsteady process of delamination growth: stable increasing of the

strain energy release rate, its maximum, and next decreasing (sometime to the minimum).

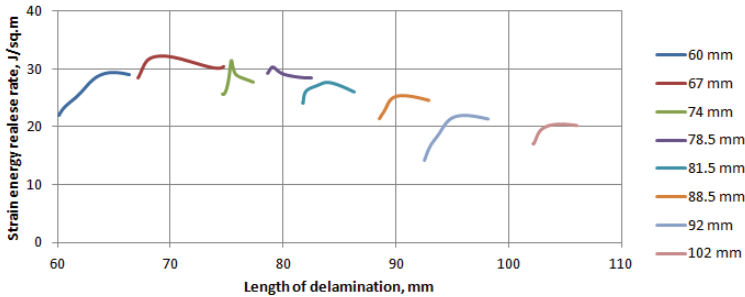


Fig. 4. Function $G_I(L)$ for each step of loading

4. Short final conclusions

Results of this research show that at elastic-plastic behaviour of adhesive material there is specific continuous smooth growth of delamination without jump-like propagation that is observed for brittle material. Formally, the interlaminar fracture toughness can be evaluated also at the elastic-plastic behaviour of the adhesive material, if to use the maximum load and corresponding extension and the length of the delamination. As easy see in figure 4 the maximum of strain energy release rate at each step of loading only a few more than defined by Standard procedure (fig. 3, b). But from other hand, in both cases the critical strain energy release rate can be dependent from delamination length.

It could be assumed that this effect is defined by bending moment/shear force relation in the cross-section of DCB arm at the front of delamination. For the DCB sample this relation is equal to a length of delamination.

Therefore, adhesive joint strength at a given initial length of delamination is determined by the maximum of strain energy release rate. But since this time a stable growth of the delamination is preceded, the calculation should consider the actual length of the delamination. It means that adhesive joint strength of some structure should be defined by follow equation

$$G_I(l, l_0, m) = G_{IC}(L, L_0) \quad (3)$$

where l_0 is initial length of delamination of analysed structure (initial value), l its critical value, but $L_0 = m$ and $L = L_0 + \Delta L$ are initial and critical delamination length of DCB respectively.

References

1. S. Budhe, M.D. Banea, S. de Barros, L.F.M. da Silva. An updated review of adhesively bonded joints in composite materials. International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 72, January (2017), pp. 30–42.
2. K.B. Katnam, L.F.M. da Silva, T.M. Young. Bonded repair of composite aircraft structures: a review of scientific challenges and opportunities Prog Aerosp Sci, 61 (2013), pp. 26–42.

3. K.B. Katnam, A.J. Comer, D. Roy, L.F.M. da Silva, T.M. Young Composite repair in wind turbine blades: an overview. *J Adhes*, 91 (2015), pp. 113–139.
4. T. Vallée, T. Tanert, S. Fecht. Adhesively bonded connections in the context of timber engineering-a review. *J Adhes* (2016), pp.257-287.
5. M.D. Banea, L.F.M. da Silva, R.D.S.G. Campilho, C. Sato Smart adhesive joints: an overview of recent developments. *J Adhes*, 90 (2014), pp. 16–40.
6. M.M. Abdel Wahab Fatigue in adhesively bonded joints: a review *ISRN Mater Sci*, (2012), pp. 1–25.
7. F.J.P. Chaves et al. Fracture mechanics tests in adhesively bonded joints: a literature review. *J Adhes*, 90 (2014), pp. 955–992.
8. R.M.M. Paiva and al. Adhesives in the footwear industry. *Proc IME J Mater Des Appl*, 230 (2016), pp. 357–374.
9. E.A.S. Marques, L.F.M. da Silva, M.D. Banea, R.J.C. Carbas Adhesive joints for low- and high-temperature use: an overview. *J Adhes*, 91 (2015), pp. 556–585
10. M. Costa, G. Viana, L.F.M. da Silva, R.D.S.G. Campilho Environmental effect on the fatigue degradation of adhesive joints: a review. *J Adh* 90 (2017), pp.127-146.
11. L.F.M. da Silva, P.J.C. das Neves, R.D. Adams, J.K. Spelt. Analytical models of adhesively bonded joints—Part I: *Int J Adhes Adhes*, 29 (2009), pp. 319–330
12. L.F.M. da Silva, P.J.C. das Neves, R.D. Adams, A. Wang, J.K. Spelt Analytical models of adhesively bonded joints. *Int J Adhes Adhes*, 29 (2009), pp. 331–341.
13. X. He. A review of finite element analysis of adhesively bonded joints. *Int J Adhes Adhes*, 31 (2011), pp. 248–264.
14. R.D.S.G. Campilho, M.D. Banea, J.A.B.P. Neto, L.F.M. da Silva. Modelling adhesive joints with cohesive zone models: effect of the cohesive law shape of the adhesive layer. *Int J Adhes Adhes*, 44 (2013), pp. 48–56.
15. D.S. Dugdale. Yielding of steel sheets containing slits. *J. Mech. Phys. Solids*, 8 (1960), pp. 100–108.
16. G.I. Barenblatt. The mathematical theory of equilibrium of cracks in brittle fracture. *Adv. Appl. Mech.*, 7 (1962), pp. 55–129.
17. David Broke. *Elementary engineering fracture mechanics*. Springer Science & Business Media, Jun 30, 1982 - Science - 469 pages.
18. A. Needleman Analysis of tensile decohesion along an interface. *J. Mech. Phys. Solids*, 38 (1990), pp. 289–324.
19. V. Tvergaard, J. Hutchinson. The relation between crack growth resistance and fracture process parameters in elastic-plastic solids. *J Mech Phys Solids*, 40 (6) (1992), pp. 1377–1397.
20. Tamuzs V., Tarasovs S., Vilks U. Progressive delamination and fiber bridging modeling in double cantilever beam composite specimen // *Eng. Fract. Mech.* Vol.68 (2001) pp. 513–525.
21. Bent F. Sørensen. Cohesive law and notch sensitivity of adhesive joints. *Acta Materialia* Volume 50, Issue 5, (2002) pp.1053–1061

23. Bent F. Sørensen, Torben K. Jacobsen. Determination of cohesive laws by the J integral approach., Eng. Fract. Mech., Vol. 70, Issue 14, (2003) Pages 1841–1858.
24. B.R.K. Blackman, H. Hadavinia, A.J. Kinloch and J.G. Williams. The use of a cohesive zone model to study the fracture of fiber composites and adhesively-bonded joints. Int. J. of Fracture 119, (2003) pp.25-46.
25. J. Planas and al. Generalizations and specializations of cohesive crack models. Engineering Fracture Mechanics, Volume 70, Issue 14, (2003), pp. 1759–1776.
26. K.N. Anyfantis, N.G. Tsouvalis. A novel traction–separation law for the prediction of the mixed mode response of ductile adhesive joints. Int J Solids Struct, 49 (2012), pp. 213–226.
27. K. N. Anyfantis. Finite element predictions of composite-to-metal bonded joints with ductile adhesive materials., Com. Structures. Vol. 94(8) (2012) pp. 2632–2639.
28. G. Cherepanov. On quasi-brittle fracture, App. Math. and Mech., (G.Herrmann, Ed.), 1968, V.32, N.6.
29. ASTM D5528. Standard test method for Mode I interlaminar fracture toughness of unidirectional fiber reinforced polymer matrix composites. — 1994.

*О.М. Саустенко, к.т.н.,
(Національний Авіаційний Університет, України)*

Розробка Керівництва з управління підтриманням льотної придатності авіакомпанії

В роботі представлені результати аналітичного дослідження сучасних підходів і вимог до розробки Керівництво з управління підтриманням льотної придатності авіакомпанії.

Додатки до Чикагської Конвенції задають рамки міжнародних стандартів для цивільної авіації в усьому світі, включаючи й Україну. Для авіакомпаній найважливішими є: Додаток 1 – «Видача свідоцтв авіаційному персоналу», Додаток 6 – «Експлуатація повітряних суден» та Додаток 8 – «Льотна придатність повітряних суден». Цими Додатками встановлюється, що кожна авіакомпанія обов'язково повинна дотримуватися норм та стандартів щодо забезпечення й підтримання необхідного рівня льотної придатності власного парку повітряних суден (ПС).

Також, вказаними Додатками визначається наявність в авіакомпаніях обов'язкових документів, що регламентують її діяльність. Одним з таких документів є Керівництво з управління підтриманням льотної придатності (англ. CAME - Continuing Airworthiness Management Exposition), яке визначає організацію та процедури, на яких базується схвалення авіакомпанії компетентним органом відповідно до вимог підчастини G Розділу A Part-M. Ці процедури схвалені підписантом та мають чітко виконуватися. Підписант гарантує, що всі завдання з підтримання льотної придатності парку повітряних суден (ПС) авіакомпанії, виконуються вчасно та згідно схваленого стандарту.

Компетентний орган дає схвалення організації, доки він задоволений виконанням цією організацією усіх процедур і підтриманням робочих стандартів.

Компетентний орган залишає за собою право призупинити, змінити або анулювати схвалення організації з управління підтриманням льотної придатності відповідно до вимог підчастини G Розділу A Part-M або сертифікат експлуатанта у разі, якщо Компетентний Орган має докази невиконання процедури та недотримання стандартів цими суб'єктами авіаційної діяльності. Схвалення САМО (Організації з управління підтриманням льотної придатності) авіакомпанії видано Компетентним Органом на безстроковий термін. Воно залишається чинним за умов, якщо:

- організація з управління підтриманням льотної придатності авіакомпанії чітко дотримується вимог викладених у цьому керівництві;
- компетентний орган має доступ до організації з метою встановлення її постійної відповідності до вимог викладених у цьому керівництві;

- схвалення не було призупинено або відкликано. У випадку призупинення або відкликання, сертифікат схвалення має бути поверненим до компетентного органу.

Перелік робіт САМО складається з наступних робіт:

- управління підтриманням льотної придатності ПС;
- організація виконання будь-яких завдань щодо підтримання льотної придатності в межах схвалення з іншою організацією, яка працює під її системою якості.

В той час як Керівництво дає загальне роз'яснення політики, застосованих принципів та організаційні обов'язки, Керівництво з додаткових процедур льотної придатності (англ. SAP -) описує процеси діяльності САМО більш детально. Процедури повинні підтримуватися таким чином, щоб вони відображали найкращу практику в рамках організації з управління підтриманням льотної придатності.

Програми технічного обслуговування (ТО) ПС (англ. MP – Maintenance Program) містять у собі всі повторювані завдання з ТО, пов'язані процедури та стандартні методи технічного обслуговування, котрі має виконати Схвалена Ремонтна Організація (англ. АМО - Approved Maintenance Organisation) Part-145. MP включають наступні мінімальні складові:

- Тип/модель та реєстраційний номер повітряного судна, двигунів і при необхідності, допоміжної силової установки;
- Назва та адреса власника, оператора;
- Посилання, дата видання та номер випуску затвердженої програми технічного обслуговування;
- Твердження, підписане оператором;
- Зміст/список ефективних сторінок та статус їх ревізії;
- Процедури збільшення інтервалів ТО, у випадку коли це застосовне і прийнятно для Компетентного Органу держави реєстрації;
- Завдання і періоди (інтервали/частоти), при яких повинні бути перевірені кожна частина літака, двигунів, допоміжну силову установку (ДСУ), компонентів, обладнання, допоміжного обладнання, інструментів, електро - та радіоапаратури, а також пов'язані з ними системи та установки. Вони включають в себе тип і ступінь необхідної інспекції;
- Періоди, при яких компоненти мають бути перевірені, очищені, змащені, поповнені, налаштовані та протестовані;
- Періоди, протягом яких має бути виконаний капітальний ремонт та/або заміна компоненту на новий або відремонтований;
- Кожне завдання з ТО, на яке є посилання, визначено в описі програми. Кожне завдання з ТО, що містить роботи згідно Сертифікаційних вимог до ТО (англ. CMR- Certification Maintenance Requirements), або Директив льотної придатності (англ. AD - Airworthiness Directive) має посилання на відповідний пункт CMR або AD.

При розробці програми ТО, враховується вплив людського фактору, що виражається в наступному (але не обмежується цим):

- Зовнішній вигляд пункту з ТО;

- Мова, зрозуміла для користувача;
- Ясні і короткі інструкції, які по можливості є лаконічними і стислими;
- Всі завдання стандартизовані;
- Всі зауваження, попередження та застереження є очевидними для використання і розуміння тексту.

Авіакомпанія має користуватися інструкціями, виданими компетентним органом, інструкціями щодо підтримання льотної придатності, виданими утримувачами сертифікату типу (англ. TC - Type Certificate), додаткового сертифікату типу (англ. STC - Supplemental Type Certificate), схваленнями розробниками головних ремонтів конструкції або іншими будь-якими важливими схваленнями, виданими відповідно до вимог Part-21, внесених до експлуатаційних специфікації та згідно Regulation (EC) №748/2012 і його Додатком (Annex - Part-21), в якості основи для розробки програми з ТО.

Основним джерелом розробки програми з ТО (MP) авіакомпанії є документ з планування ТО (англ. MPD - Maintenance Planning Document), що включає в себе вимоги компетентного органу, утримувача сертифікату типу: комісії з аналізу технічного обслуговування і ремонту (англ. MRB - Maintenance Review Board), сертифікаційні вимоги до ТО (CMR) та обмеження льотної придатності (англ. ALI - Airworthiness Limitation Items).

Також джерелами для розробки MP є:

- аналіз даних з надійності ПС;
- аналізи виявлених відхилень під час ТО;

Також рекомендації утримувача ТС щодо додаткових завдань з ТО враховуються у MP авіакомпанії для забезпечення вчасної та економічно-вигідної експлуатації ПС в різних експлуатаційних умовах. MP підлягають періодичному інженерному перегляду експертною робочою групою, який повинен проводитись щонайменше щорічно, для забезпечення того щоб переконатися, що MP відображають поточні рекомендації утримувачів ТС, зміни звітів MRB та ревізії MPD, обов'язкові вимоги та потреби ТО повітряних суден. Також для перегляду програми технічного обслуговування рекомендується використовувати досвід та дані з надійності.

Зміни періодів (інтервалів) MP означає дозволене та затверджених відхилення /подовження від встановленого строку, де початковий встановлений строк впливає з окремого пункту технологічної карти чи періоду виконання форми ТО схвалених програм ТО.

Система контролю надійності ПС, двигунів та компонентів, що експлуатуються авіакомпанією (і будь-якого клієнта оператора, який уклав договір на надання послуг) та аналіз ефективності Програм ТО й визначення будь-яких необхідних змін, а також розробка необхідних статистичних даних здійснюється згідно з рекомендаціями Європейської агенції з безпеки польотів (англ. EASA – European Aviation Safety Agency) (Appendix I to AMC M.A. 302) та компетентного органу.

Дільниця надійності відповідає за періодичне формування звітів, аналіз та розробку рекомендацій, які є інструментом для визначення ефективності

Програм ТО, що використовуються та / або є під контролем авіакомпанії, або будь-якого оператора, який уклав договір на такі послуги з авіакомпанією.

Дільниця надійності, встановлює критерії оцінювання ефективності програм технічного обслуговування для кожного ПС, як частини Програми надійності. Джерелом інформації для програми надійності та подальшого визначення ефективності Програм ТО є дані щодо технічних дефектів, доповіді, залишені екіпажем/бортпровідниками або будь-якою організацією з технічного обслуговування.

Дільниця надійності аналізує та оцінює дані за наступними критеріями, котрі є найважливішими параметрами звіту надійності:

- критичні відмови компонентів або систем;
- записи пілотів /технічного персоналу, зокрема, по повторюваних несправностях /несправності / дефекти, що перевищують Alert Levels;
- експлуатаційні порушення (наприклад, повернення після зльоту, перервані зльоти, швидка декомпресія, тощо);
- інциденти з технічних причин;
- технічні затримки та скасування рейсу;
- дані надійності.
- Приклади попереджувальних дій:
- модифікації у відповідних системах та
- компонентах;
- перегляд програми ТО;
- зміни інтервалів програми ТО;
- зміни процедур обслуговування;
- зміни експлуатаційних процедур.

Список літератури

1. ICAO Doc. 9859, Safety Management Manual (SMM), 3-rd edition, 2013, 251с.
2. Приложение 19 ИКАО Управление безопасностью полетов, 2013, 44с.
3. Керівництво з льотної придатності (ICAO, Doc 9760 видання 2001 р., AN/967).
4. «Руководство по организации контроля за обеспечением безопасности полетов» Doc 9734 (затверджено Генеральним секретарем ІКАО та опубліковано з його санкції).
5. Руководство по процедурам эксплуатационной инспекции, сертификации и постоянного надзора» Doc 8335 (затверджено Генеральним секретарем ІКАО та опубліковано з його санкції).
6. Додаток 6 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію «Експлуатація повітряних суден». - ICAO, 2001.
7. Додаток 8 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію «Льотна придатність повітряних суден». - ICAO, 2001.
8. Наказ Міністерства інфраструктури України від 10.02.2012 №85 зареєстрований в Міністерстві юстиції України 28.02.2012 за №333/20646. «Про затвердження Правил з підтримання льотної придатності (Part-M)».

В.М. Бадах к.т.н., В.С. Бутько к.т.н., А.А. Білошапка
(Національний Авіаційний Університет, Україна)

Дослідження динамічних властивостей гідравлічних регуляторів тиску

Розглянуто вплив конструктивних параметрів регуляторів тиску на стійкість. Приведенні основні аналітичні залежності, на основі яких побудовано області стійкості. Дані рекомендації по вибору параметрів, які забезпечують сталу роботу регуляторів тиску.

Динамічна стійкість регуляторів тиску

Клапани в перехідних режимах роботи можуть вступати в коливання, які в умовах резонансу викликають пульсації тиску в системі і призводять до руйнування пружин і сидел клапанів. Зокрема, при раптовому збільшенні витрати рідини через клапан, затвор в наслідок інерції і тертя відкривається з запізненням, що викликає стрибок тиску, який виводить його за межі рівноважного положення. Відповідно змінений витраті надмірне відкриття щілини клапана викликає різке зниження тиску, що призведе до надмірно великого переміщення затвора на закриття. В результаті, якщо власного демпфування недостатньо, клапан може вступити в автоколивання, що відбуваються з високою частотою. Якщо частота збурюючих імпульсів збігається або кратна частоті власних коливань клапана, останній набуде резонансних коливань.

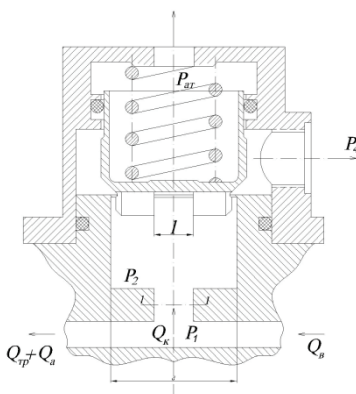


Рис. 1 Схема регулятора тиску

Джерелом коливань регуляторів тиску можуть бути пульсації потоку рідини, що створюються насосом. Виникненню і підтримці коливань регуляторів тиску сприяє повітря, що знаходиться в рідині у вигляді бульбашок, яке підвищує стисливість робочого середовища. Надмірно висока

чутливість регуляторів тиску прямої дії з малим підйомом, особливо при високому тиску, призводить до втрати динамічної стійкості.

Теоретичні дослідження стійкості клапанів зводяться до аналізу диференціальних рівнянь третього порядку. Диференціальне рівняння руху затвора клапана отримують в результаті спільного рішення рівняння сил і лінеаризованого рівняння витрат:

$$\begin{aligned}a_3x + a_2\dot{x} + a_1\ddot{x} + a_0x &= b_0q; \\ a_0 &= F_0k_v + k_n c; \quad a_1 = ck_c + k_\delta k_n + F^2; \\ a_2 &= k_\delta k_c + k_n m; \quad a_3 = k_c m; \quad b_0 = F; \\ k_v &= k_\tau \sqrt{p_0}; \quad k_n = \frac{k_v x_0}{2p_0}; \quad k_c = W/E; \\ k_\tau &= \mu \cdot l \cdot \sin \alpha \sqrt{2/\rho},\end{aligned}$$

де: x - змінна складова переміщення клапана щодо початкового підйому; q - збурення по витраті; F_0 - площа живого перерізу каналу, що відокремлює напірну порожнину клапана від системи; c - приведена жорсткість пружини з урахуванням дії гідродинамічної сили; k_δ - коефіцієнт демпфірування; F - площа клапана; m - приведена маса рухомих частин клапана, включаючи 1/3 маси пружини й приєднаної маси рідини; p_0 - тиск настройки клапана; W - приєднаний обсяг рідини в напірній порожнині клапана; E - приведений модуль пружності рідини з урахуванням деформації конструкції; L - периметр дросельної щілини клапана.

Умова стійкості в формі нерівності Гурвіца для лінійних диференціальних рівнянь третього порядку має вигляд:

$$a_0 > 0, \quad a_1 > 0, \quad a_2 > 0, \quad a_3 > 0, \quad a_1 a_2 \geq a_0 a_3.$$

Нерівності показують, що через складність виразів коефіцієнтів рівняння в формі фізичних величин F , p_0 , W , m , вплив кожного з них на стійкість клапана передбачити неможливо.

При побудові меж областей стійкості в функції зазначених фізичних величин послідовно варіюють одним з параметрів при інших рівних умовах. Шуканим параметром при побудові меж стійкості є коефіцієнт демпфування.

Використовуючи критерій стійкості Гурвіца, визначають значення коефіцієнта демпфування на межі стійкості:

$$\begin{aligned}k_d^* &= \frac{1}{2} \left[\sqrt{A^2 + 4mF \left(\frac{2p_0}{x_0} - \frac{EF}{W} \right)} - A \right], \\ A &= \frac{2(F^2 E + cW) \sqrt{p_0}}{k_\tau E x_0} + \frac{mk_\tau E x_0}{2\sqrt{p_0} W}.\end{aligned}$$

На рис. 2 показані межі областей стійкості (межі критичних значень коефіцієнта демпфування), побудовані за вказаною формулою в безрозмірному вигляді. Безрозмірні величини дані в частках значень, умовно

прийнятих за одиницю порівняння.

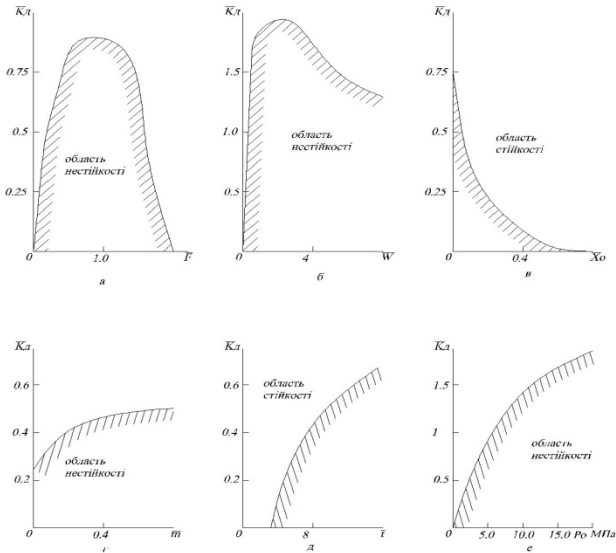


Рис.2 Залежності безрозмірного коефіцієнту в'язкого тертя від площі сідла клапана (а), приєднаного об'єму рідини (б), висоти підйому затвора (в), маси рухомих частин (г), периметра щілини (д), тиску настройки клапана (е).

Аналіз рис. 2 а, б показує, що існують такі значення площі клапана F і приєднаного об'єму W , при яких потрібна найбільша величина демпфування.

Вплив таких параметрів клапана, як m , l і p_0 , на його коливальність однозначний, зростання цих параметрів вимагає збільшення мінімального демпфування (рис. 2 г, д, е). Зниження чутливості клапана до підйому затвора істотно зменшує потрібне демпфування (рис. 2, в).

Для попередження резонансних коливань клапанів застосовують гідравлічні демпфери. Принцип дії гідравлічного демпфера полягає в наступному. При зміщенні затвора клапана на відкриття рідина витісняється з камери та заповнює її при зворотному русі через дросельний отвір, гідравлічного опору якого при резонансних коливаннях досить для розсіювання енергії коливань (енергії збурених імпульсів).

Значення коефіцієнта демпфування k_d залежить від розмірів дросельного отвору, діаметр якого зазвичай підбирається експериментально.

У зв'язку з можливими коливаннями для роботи в якості переливних (постійно діючих) регуляторів тиску рекомендується використовувати клапани з золотниковим затвором. Перекриття вікна затвором має бути трохи більше амплітуди коливань затвора, щоб при коливаннях він не бився об упор.

Висновки

1. При виборі площі сідла клапана F рекомендовано уникати зони (рис. 2, *a*), в якій крива границі стійкості має максимальне значення коефіцієнта в'язкого тертя, так як в цій зоні потрібне значне демпфування.

2. Існують деякі значення величини площі сідла клапана (рис. 2, *a*) і приєднаного об'єму (рис. 2, *б*) при яких потрібне найбільше демпфування рухомих частин регулятора тиску для забезпечення стійкості. Аналітичні залежності цих величин через інші фізичні параметри громіздкі і для практичних розрахунків незручні.

3. Границі областей стійкості при змінах інших фізичних параметрів (маси рухомих частин m , периметру дросельної щілини l регулятора тиску, тиску p_0 настройки регулятора тиску та ін.) не мають екстремальних точок. Тому їхній вплив на величину мінімального демпфування однозначне.

Список літератури

1. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер.с англ Б.И. Копылова – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2004. – 832 с.

2. Funk. J. E., Popet Valve Stability, Transactions of the ASME, № 2, ser D, 1964.

3. Гідрогазодинаміка: навч. посіб. / В.М. Бадах, М.М. Глазков, Ю.С. Головкин та ін.; за ред. Г.Й. Зайончковського. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту. «НАУ-друк», 2009.-352с.

4. Барилук Є.І. Математична модель роботи малогабаритного пневматичного клапана з двопозиційним поляризованим електромагнітним приводом і затвором з «метал – металевим» ущільненням / Є.І. Барилук, Г.Й. Зайончковський // Промислова гідраліка і пневматика. – 2015. - №4 (50). – С. 39-50 (фахове видання).

5. Гідраліка та гідропневмопристрої авіаційної техніки: навч. Посіб. / В.П. Бочаров, М.М. Глазков, Г.Й. Зайончковський [та ін.]. – К.: НАУ, 2011. – 472с.

*О.І. Юрченко
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Особливості аутсорингу технічного обслуговування експлуатантами повітряних суден

В роботі надано результати аналітичного дослідження сучасних підходів до організації аутсорингу технічного обслуговування експлуатантами повітряних суден.

Згідно європейських авіаційних правил, експлуатант повинен створити власну організацію з технічного обслуговування (ТО) свого парку повітряних суден (ПС), затверджену за Part-145 «Організації з технічного обслуговування», або укласти договір з такою організацією ТО, яка вже має сертифікат за Part-145 і виконує такі роботи.

Організація з ТО за Part 145 (ОТО) виконує функцію з практичного виконання на ПС робіт з підтримання їхньої льотної придатності (ЛП).

АУТСОРСИНГ (від англ. outsourcing: (outer-source-using) використання зовнішнього джерела та/або ресурсу) – передача організації, на основі договору, певних видів або функцій виробничої підприємницької діяльності іншій компанії, яка діє в потрібній галузі.

CAME - Керівництво з управління підтриманням льотної придатності (Continuing Airworthiness Management Exposition).

Будь-яке контрактне технічне обслуговування виконується належно обраною організацією з ТО згідно контракту (угоди з ТО), узгодженого і підписаного між авіакомпанією та обраною організацією з технічного обслуговування, в якому має бути докладно визначено роботи, що повинні бути виконані. Безпека польотів є головним пріоритетом для вибору підрядника з ТО.

При виборі підрядників з ТО рекомендується користуватися та оцінювати на наступними критеріями:

- безпека послуг (серйозність зауважень, періодичні повторювання зауважень, зауваження щодо управління, безпека, яка пов'язана з персоналом, культура безпеки);
- пунктуальність (чітке дотримання положень угод);
- гнучкість процедур (керованість і доцільність відхилень, відхилення від прийнятих процедур);
- планування надійності;
- обмеження для авіакомпанії (терміни, замовлення, оплата, режим роботи та інше);
- справедлива ціна (гарантії і претензії, повторювані дефекти);
- відповідна політика щодо клієнта (інформація до авіакомпанії, вірні контакти, краща галузева практика).

Наступні вимоги є обов'язковими для підрядних організацій з ТО:

- діючий Сертифікат схвалення організації з ТО, виданий Європейською Агенцією з безпеки авіації (англ. EASA - European Aviation Safety Agency) або місцевою авіаційною владою;

- діючий Сертифікат схвалення організації з ТО, виданий компетентним органом (для виконання базового ТО, запланованого лінійного ТО, ТО двигунів та ДСУ);

- класи та рейтинги у Додатку до Сертифікату схвалення організації з ТО відповідають програмі ТО авіакомпанії;

- мати технічного керівника або еквівалентну особу, відповідальних за всі дії, що виконуються організацією з ТО;

- мати посадових осіб, відповідальних за відповідність організації з ТО вимогам, які пред'являються компетентним органом до схвалених організації з ТО щодо протягування до роботи технічного персоналу з необхідним рівнем компетентності, та прийнятим компетентним органом, який видав схвалення Організації з ТО;

- мати необхідну кількість працівників для планування, виконання, контролю, інспектування та допуску до експлуатації всіх виконуваних робіт;

- мати незалежну систему забезпечення якості для контролю відповідності процедурам або забезпечення незалежної системи інспектування для підтвердження того, що все ТО та адміністрування виконуються згідно стандартів;

- впровадити і підтримувати програму забезпечення якості, що знаходиться під одноосібним контролем Директора з якості або особи з делегованими повноваженнями з такого контролю, для забезпечення того, що система управління ТО, включаючи й програму ТО, відповідає вимогам компетентного органу;

- мати процес періодичного перегляду Програми забезпечення якості Директором з якості або особою з делегованими повноваженнями з контролю такої Програми з метою гарантування її відповідності діючій Програмі ТО та вимогам CAME;

- мати процес негайного повідомлення про знайдені дефекти, стан не придатний до польоту, відмови або несправності, як описано в Частині 1.8 даного Керівництва;

- мати програму підготовки, яка передбачає початкову та періодичну підготовку всього технічного персоналу відповідно до виконуваних завдань і зон відповідальності;

- мати Програму підготовки, яка передбачає періодичну підготовку всього персоналу з ТО з інтервалом не більше 36 місяців з можливістю зменшення даного інтервалу, ґрунтуючись на невідповідності, виявлених Програмою забезпечення якості;

- мати Програму, яка передбачає мати початкову та періодичну документально оформлену програму підготовки та кваліфікації аудиторів;

- мати засоби для забезпечення позитивного ідентифікацію технічного персоналу, які затверджені для виконання і сертифікації технічного обслуговування;

- мати відповідні виробничі потужності, технічну документацію, обладнання, інструменти, матеріали, запасні частини необхідні для швидкого усунення відмов відповідно до MEL (якщо потрібно згідно із замовленням) і персонал, необхідний для виконання робіт, на які є дозвіл та в місці, де ТО та пов'язані з ним роботи повинні бути виконані;

- мати приміщення, придатні для зберігання запасних частин, обладнання та матеріалів в умовах, що забезпечують безпеку та запобігають псуванню і пошкодженню зберезуваних предметів, та включають наступне:

- i) чисті робочі території, включаючи керуючі офіси;
- ii) запасні частини та матеріали, що належним чином зберігаються і ідентифіковані;
- iii) кисневі та інші балони високого тиску, що належним чином зберігаються і ідентифіковані;
- iv) легкозаймисті, токсичні або летючі матеріали, що належним чином зберігаються і ідентифіковані;
- v) обладнання ідентифіковано та захищено.

- мати програму контролю термінів зберігання, яка включає в себе вимоги з контролю і відображення термінів зберігання та забезпечення наявності:

1. виробничої бази;
2. документації;
3. обладнання;
4. постачальників і запасних частин для контролю всього необхідного ТО;
5. місце розташування виробничої бази з фіксованою адресою;
6. наявність засобів зв'язку та програмного забезпечення;
7. ТО ПС, наявність пристроїв, що використовуються для визначення необхідності;
8. обладнання та інструменту, необхідного для виконання робіт із заправлення (якщо потрібно згідно із замовленням);
9. достатня кількість постачальників та запасних частин, необхідних для швидкого усунення відмов відповідно до MEL (якщо потрібно згідно із замовленням);

10. зона обмеженого доступу для зберігання документації ПС);

- мати процес вхідного контролю, який засвідчує, що вхідний матеріал має необхідні сертифікати і документи, які підтверджують напрацювання (тільки для компонентів з обмеженим ресурсом) та включає в себе процес перевірки того, чи інформація на сертифікаті збігається з інформацією на агрегаті;

- мати карантинну зону з обмеженим доступу для частин та матеріалів, які не задовольняють вимогам вхідного контролю і очікують рішення;

- мати процес для поділу придатних до використання та непридатних до використання частин ВС і частин, що не відносяться до ВС;

- мати програму супроводу електронного обладнання чутливого до розрядів статичної електрики;

- мати метод зберігання, який забезпечує правильну упаковку чутливих частин та обладнання, такого як кисневі компоненти, прокладки ущільнення та

електронного обладнання чутливого до розрядів статичної електрики, ідентифікації та зберігання для запобігання їх від пошкодження і забруднення;

- мати процес забезпечення того, що всі контейнери відповідного розміру й захищені від пошкодження. Коли необхідно, тара згідно ATA-300 або еквівалентна, повинна бути використана, як рекомендовано виробником;

- використовувати Керівництво з ТО (МОЕ);

- мати процес щодо внесення відповідних змін до МОЕ, для підтримки інформації в актуальному стані;

- мати процес, негайного надання копії всіх поправок до МОЕ всім організаціям або особам, яким було надано керівництво;

- мати процес допуску до експлуатації, особи чи органу, який сертифікує, що всі роботи були виконані в повному обсязі і згідно затверджених процедур й на підставі затвердженої технологічної документації;

- мати процес підтвердження допуску до експлуатації. Підтвердженням допуску до експлуатації є оформлення CRS, що містить:

- i) основні подробиці, виконаного ТО;

- ii) дату виконання ТО;

- iii) коли необхідно, ідентифікацію організації ТО;

- iv) ідентифікацію особи або осіб, які підписують допуск до експлуатації;

- v) посилення на технологічну документацію;

- vi) роботі з ТО які не були виконані.

- мати процедуру контролю і запобігання використання несправного обладнання або обладнання з вичерпаним терміном повірки;

- мати розроблений процес для гарантування наявності:

1. дати повірки;

2. ідентифікації індивідуума або виробника, який виконав повірку;

3. дати наступної повірки;

4. сертифікат калібрування для кожної позиції в разі виконання калібрування контрактною організацією;

5. подробиці регулювань і історія ремонтів інструменту;

6. партійний і серійний номер стандарту, який використовується для калібрування.

- мати процедуру для контролю та документування калібрування та обліку всього інструменту, включаючи власний інструмент персоналу.

Список літератури

1. AMOS_Brochure_2016. Swiss AviationSoftware, 2016.-16с.

2. Boeing 787 Ground Handling, 2016.-99с.

3. Boeing. Toolbox Mobile Library, 2016.-145с.

4. Правила схвалених організацій з технічного обслуговування (Part - 145), затверджені наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 20.04.2010 № 209, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 02.08.2010 за № 591/17886.

5. Правила з підтримання льотної придатності (Part-M), затверджені наказом Міністерства інфраструктури України від 10.02.2012 № 85, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 28.02. 2012 за № 333/20646.

В.С. Бутько, к. т. н, Д.М. Хоменко,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Дослідження системи регулювання швидкості гідравлічної трансмісії

Дана робота присвячена створенню математичної моделі та проведенню теоретичного дослідження об'ємного регулювання швидкості обертання вала гідромотора із спрощенням аналізу динаміки шляхом введення припущень. Використано перетворення Лапласа та застосовано діаграму Найквіста.

Об'ємне регулювання швидкості гідромотора в найпростішій постановці є одним з об'єктів динаміки пристроїв і машин. У якості основної регульованої величини обрана кутова швидкість обертання вала гідромотора $\tilde{\omega}(t)$ залежна від часу, що представляється сумою постійної ω_0 і змінної складових $\omega(t)$ (рис. 1).

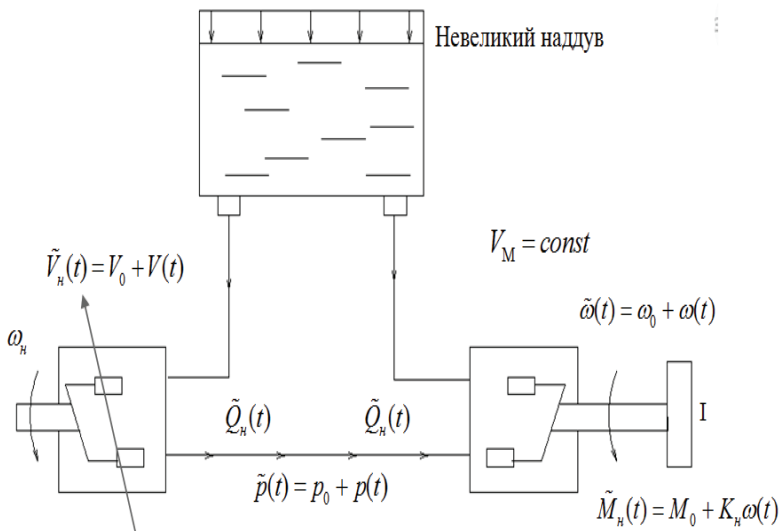


Рис. 1. Принципова схема для дослідження динамічних характеристик гідромотору

Основні розрахункові залежності: Рівняння нерозривності потоку стисливої рідини в строгій постановці для змінної маси $\mathbf{M}(\mathbf{t})$ контрольного об'єму напірного трубопроводу повинне бути записане у вигляді (рис 1):

$$\frac{dM(t)}{dt} = m_{\text{свт}}(t) - m_{\text{свит}}(t), \quad (1)$$

де $m_{\text{свт}}$, $m_{\text{свит}}$ - маси втікання і витікання системи

Переноси мас, що втікають і витікають з контрольного об'єму пов'язані з оптимальними потоками у двох розрахункових перетинах співвідношеннями:

$$m_{\text{свм}}(t) = \rho_{\text{н}}(t)\tilde{Q}_{\text{н}}(t); m_{\text{свит}}(t) = \rho_{\text{м}}(t)\tilde{Q}_{\text{м}}(t) \quad (2)$$

а похідну за часом у лівій частині рівняння (1) можна представити добутком:

$$\frac{dM(t)}{dt} = \frac{d(\rho(t)V_0)}{dt} = \rho(t)\frac{dV_0(t)}{dt} + V_0\frac{d\rho}{dt} \quad (3)$$

Рівняння моментів зовнішніх сил вала гідромотора без урахування його деформацій кручення має вигляд:

$$\tilde{M}_{\text{м}}(t) - M_{\text{нав}} = I \frac{d\omega(t)}{dt}, \quad (4)$$

де I - момент інерції обертаючих мас гідромотора і його навантаження.

З урахуванням механічних втрат і постійної складової тиску p_0 момент запишемо сумою чотирьох доданків:

$$M_{\text{м}}(t) = V_{\text{м}}p_0 + V_{\text{м}}p(t) - k_{\text{вр}}V_{\text{м}}p_0 - k_{\text{вр}}V_{\text{м}}p(t) \quad (5)$$

Момент навантаження повинен враховувати постійну складову M_0 , швидкісну добавку $k_{\text{н}}\omega(t)$ й негативний момент збурення $M(t)$ у випадку східчастого зниження моменту на валу гідромотора:

$$\tilde{M}_{\text{нав}}(t) = M_0 + k_{\text{н}}\omega_0 + k_{\text{н}}\omega(t) - M(t) \quad (6)$$

Чотири передатні функції (ПФ) об'ємного регулювання швидкості обертання гідромотора. Підстановка зображення тиску $P(s)$ отриманого із другого рівняння при відсутності збурення по моменту навантаження $M(s) = 0$ в перше рівняння приводить до попереднього виразу:

$$\omega_{\text{но}}V(s) = V_{\text{м}}\Omega(s) + (k_{\text{с}}s + k_{\text{в}}V_{\text{м}}) \frac{I + k_{\text{н}}}{(1 - k_{\text{вмех}})V_{\text{м}}} \Omega(s) \quad (7)$$

Після множення отриманого виразу на постійний знаменник дробу в правій частині (7) і почленного множення в круглих дужках, одержимо першу передатну функцію у вигляді раціонального дробу:

$$W_{\Omega V}(S) = \frac{\Omega(s)}{V} = \frac{(1 - k_{\text{ВМех}})\omega_{\text{НО}}V_{\text{М}}}{Ik_{\text{с}}s^2 + (k_{\text{Н}}k_{\text{с}} + k_{\text{В}}V_{\text{М}}I)s + (1 - k_{\text{ВМех}})V_{\text{М}}^2 + k_{\text{Н}}k_{\text{В}}V_{\text{М}}} \quad (8)$$

Другу передатну функцію одержимо із другого рівняння системи після заміни в ньому зображення тиску $p(s)$ знайденого з першого рівняння цієї системи при виборі в ньому $V(s) = 0$. Після перетворень подібних до виводу (7) одержимо проміжне вираження моменту, що збурює, у вигляді $M(S)$:

$$M(s) = (Is + k_{\text{Н}})\Omega(s) + \frac{(1 - k_{\text{ВМех}})V_{\text{М}}^2}{k_{\text{с}}s + k_{\text{В}}V_{\text{М}}}\Omega(s) \quad (9)$$

Множення останньої рівності на знаменник другої, після розкриття дужок, приводить до отримання другої передатної функції при збуренні по моменту навантаження гідромотора:

$$\begin{aligned} W_{\Omega M}(s) &= \frac{\Omega(s)}{M(s)} = \\ &= \frac{k_{\text{с}}s + k_{\text{В}}V_{\text{М}}}{Ik_{\text{с}}s^2 + (k_{\text{Н}}k_{\text{с}} + k_{\text{В}}V_{\text{М}}I)s + (1 - k_{\text{ВМех}})V_{\text{М}}^2 + k_{\text{Н}}k_{\text{В}}V_{\text{М}}} = \\ &= \frac{as + d}{mS^2 + k_{\text{В}}s + c}, \end{aligned} \quad (10)$$

де дві додаткові постійні позначені:

$$a = r^{-2}; d = \frac{k_{\text{В}}V_{\text{М}}}{r^2k_{\text{с}}}.$$

Третя й четверта ПФ описують коливання динамічної добавки тиску рідини напірному трубопроводі в перехідних процесах при збуренні регульованого робочого об'єму насоса (третя ПФ) і східчастого зниження навантаження гідромотора (четверта ПФ):

$$W_{v_{\text{М}}}(s) = \frac{P(s)}{V(s)} = \frac{f(s) + q}{mS^2 + k_{\text{В}} + c} \quad (11)$$

$$W_{p_{\text{М}}}(s) = \frac{P(s)}{M(s)} = \frac{-h}{mS^2 + k_{\text{В}}s + c} \quad (12)$$

Висновки

Динаміка об'ємного регулювання швидкості гідромотора у найпростішому випадку описується лінійними диференціальними рівняннями з постійними коефіцієнтами другого порядку. У такому простому випадку підвищення підсилення в прямій ланці регулювання (наприклад, підвищення робочого об'єму насоса) або збільшення маси в навантаженні не призводить до втрати стійкості, що зазвичай має місце в системах автоматичного регулювання, які описуються диференціальними рівняннями третього і більш високих порядків.

Друга особливість динаміки об'ємного регулювання швидкості вала гідромотора в порівнянні з коливальною ланкою другого порядку заключається в неможливості вивчення роздільного впливу майже всіх параметрів жорсткості C , маси m , коефіцієнта лінійного тертя та ін. Так, наприклад, момент інерції I одночасно збільшує масу і демпфування системи, робочий об'єм гідромотора одночасно підвищує жорсткість C та демпфування системи.

Для вибору цих параметрів необхідно розглядати питання оптимального перехідного процесу проектованої гідравлічної системи.

Список літератури

1. Объемные гидравлические приводы. Башта Т.М. и др. Под ред. Т.М. Башты. М., «Машиностроение», 1968, 628 стр.
2. Д. Сю, А. Мейер. Современная теория автоматического управления и ее применение. Перевод с английского. Под ред. д-ра техн. наук проф. Ю.И. Топчиева. М., «Машиностроение», 1972, стр. 544.
3. Дорф Р. Современные системы управления/ Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер. с англ. Б.И. Копылова, - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004.-832 с..
4. Р. Паллю де Ла Барьер. «Курс теории автоматического управления». Пер. с франц. Под. ред. П.И. Кузнецова. М., «Машиностроение», 1973, 396 с.
5. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементі систем . М., «Машиностроение», 1973, 606 с.

Е.А. Сикорский, к.т.н.
(ГП «Завод «410 ГА», Украина)

К вопросам степени технической интеграции Украины для обеспечения безопасности полетов и качества технического обслуживания

Рассматриваются проблемы авиапредприятий Украины при адаптации национальных авиационных правил и норм к стандартам и рекомендованной практике международной организации ИКАО и Европейского агентства по авиационной безопасности (EASA).

У Украины, в сфере гражданской авиации, есть широкие обязательства, вытекающие из членства в международных организациях, таких как Международная организация гражданской авиации (ИКАО), Европейская конференция гражданской авиации (ЕКГА), Европейская организация по безопасности аэронавигации (Евроконтроль) и другие.

На основании этого, Украина обязана создать условия для безопасного и эффективного выполнения полетов в соответствии со стандартами ИКАО и вносить, по мере необходимости, своевременные изменения в свое законодательство. Госпрограмма авиабезопасности гражданской авиации Украины принята еще в 2003 году, и планировалось, что изменения улучшат защиту авиационных объектов в Украине от незаконного вмешательства, адаптируют данную сферу к нормам международного воздушного права и позволят в максимально короткие сроки обеспечить необходимый уровень безопасности.

Контроль за обеспечением высочайшего уровня безопасности в гражданской авиации осуществляет Европейское агентство по авиационной безопасности (EASA), что является его основной задачей. Такое обеспечение безопасности осуществляется путём сертификации авиационных продуктов, одобрение авиационных организаций, разработка и внедрение стандартизированных европейских правил.

Предприятия гражданской авиации (эксплуатант, организации по техническому обслуживанию (ТО), и др.), руководствуются целым комплексом нормативно-правовых документов, и нормативно закреплённой системой обеспечения безопасности полетов, предполетного и послеполетного обслуживания. Международными требованиями организация и функционирование такой системы регламентируются различными приложениями (6, 8, 11 и 14 и др.) к Конвенции о Международной гражданской авиации (ИКАО, англ. ICAO) (07.12.1944 – Чикагская Конвенция). На сегодняшний день Международная организация гражданской авиации, Федеральное авиационное управление США (ФАА, англ. FAA), а также Всемирный фонд безопасности полетов и Евроконтроль настоятельно рекомендуют использовать и неукоснительно соблюдать Стандарты и Рекомендуемую практику ИКАО по безопасности полетов и авиационной

безопасности всеми государствами – участниками Конвенции (более 200 государств).

В соответствии с требованиями европейских авиационных правил PART-M «Поддержание летной годности» и PART-145 «Организации по техническому обслуживанию» и др., авиапредприятия должны иметь сертификаты на выполнение технического обслуживания (PART-145), инженерно-технологического обеспечения (PART-M), обучения персонала (PART-147), сертификаты типа в соответствии с требованиями EASA Certification Specifications (CS-23, CS-25, CS-27, CS-29 и т.д.), а также быть сертифицированы по правилам EASA PART-21.

В частности, по правилам PART-M и PART-145, эксплуатант должен создать собственную организацию технического обслуживания MRO (Maintenance and Repair Organization) или заключить контракт с организацией ТО, имеющей необходимые сертификаты, которая непосредственно выполняет работы по поддержанию летной годности воздушного судна (ВС), а также ведет учет налета ВС и его компонентов, директив летной годности, работ на ВС, дефектов, контролировать заказы и т.д.

Однако на практике, в настоящее время, при эксплуатации авиационной техники при проевропейской политике нашего правительства возникает больше вопросов, чем ответов. К сожалению, EASA не признает сертификаты PART-145, PART-147, PART-66, PART-M и другие, выданные Государственной авиационной службой Украины.

Учитывая вышеизложенное, наши предприятия технического обслуживания для обслуживания авиационной техники регистрации стран Евросоюза обязаны проходить повторную сертификационную процедуру, которая стоит дорого и длится долго.

На мой взгляд, эти процедуры скорее носят экономический характер, чем технический.

Такое же отношение EASA и к авиационной технике разработки и производства стран бывшего СССР. Конструктивно, в эти типы воздушных судов заложен капитальный ремонт, но Европейское агентство по авиационной безопасности также не признает и этого.

Хотя в тоже время в Европе валидирован тип Ан-26, поскольку его использование оказалось экономически целесообразным.

За последние 2-3 года рынок технического обслуживания и ремонта (ТОиР – англ. MRO) базового и линейно-оперативного обслуживания возрос почти в 2 раза, а в Украине, на сегодняшний день, пока только один центр «Скай» имеет сертификат PART-145 EASA.

Выводы

На мой взгляд, все упомянутые выше и не указанные в этом материале проблемы, связаны с неверной стратегией развития авиации Украины, неправильными решениями непрофессиональных кадров в высшем, и не только авиационном, руководстве, которые не могут прогнозировать отклики на управляющие воздействия, удаленные по времени.

В результате чего – «маємо те, що маємо».

Список литературы

1. Авіаційні правила України. Частина 21 «Сертифікація ПС, пов'язаних з ними виробів компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника» АПУ-21 (Part-21). Наказ №27 від 17.01.2004). [Електронний ресурс]. – 129 с. – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua/uploads/documents/8740.pdf>. –15.05.2013 р.
2. Авіаційні правила України. Частина 21. Процедури сертифікації авіаційної техніки.– Затверджені наказом Міністерства транспорту України 03.11.2000 р. N 611. [Електронний ресурс]. –39 с.– режим доступу: <http://aviaservice.kiev.ua/lib/APU-21.pdf>. –15.05.2013 р.
3. Керівництво з льотної придатності (ICAO, Doc 9760 видання 2001 р., AN/967).
4. Додаток 6 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію «Експлуатація повітряних суден». - ICAO, 2001.
5. Додаток 8 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію «Льотна придатність повітряних суден». - ICAO, 2001.
6. Про затвердження Правил схвалення організацій з технічного обслуговування (Part-145) та затвердження Змін до Правил сертифікації організацій з технічного обслуговування авіаційної техніки (EASA PART 145/JAR 145). Наказ Мінтрансзв'язку України 20.04.2010, N 209.
7. Про затвердження Правил схвалення організацій з підготовки до технічного обслуговування (Part-147). Наказ Мінінфраструктури від 27.07.2011 № 237.
8. Про затвердження Правил видачі свідоцтв персоналу з технічного обслуговування повітряних суден (Part-66). Наказ Мінінфраструктури від 27.07.2011 № 238.

V. Pavelko, S. Kuznetsov, A. Nevsky, M. Marinbah
(Riga Technical University, Latvia)

Vibration-based detection of small damage in the aircraft large component

***Abstract.** In the presented paper, there are investigated the basic problems of the local system of SHM of large scale aircraft component. Vibration-based damage detection is accepted as a basic condition, and main attention focused to a low-cost solution that would be attractive for practice. The index of correlation coefficient deviation (CCD) was used for extraction of the features due to embedded pseudo-damage. It is shown that the problem of vibration-based detection of a small damage in the large-scale structure at low-frequency excitation can be solved successfully.*

1. Introduction

Vibration-based damage detection is one of the most attractive for structural health monitoring (SHM). Because modal characteristics of a structure are directly related to physical properties of the structure, (mass, stiffness, and damping) then they can be used to detect, locate, and characterize damage in the structure [1]. There are large number of research and developments in mechanical, civil, and aerospace engineering. Some corresponding review-information can find in [2-9]. Methods that use changes of natural frequencies due to existence of damage usually require simple vibration measurements for estimation of position and growth of damage after calibration or accurate physics-based simulation. In contrast the mode shapes directly provide spatial information of structural changes due to damage. Curvature mode shapes can be more sensitive and more effectively used to identify damage [10-18].

Two basic techniques are used for practical realising of the vibration-based damage detection. Traditional is the experimental modal analysis (EMA) that allows more complete and accurate to identify damage. However, the EMA requires the measurement of both the input and the output of dynamically loaded structure. Other the operational modal analysis (OMA) uses output only, is cheaper and faster than EMA and can be easily applied to large structure [12].

In the presented paper, there are investigated the principal problems of the local system of SHM of large scale aircraft component. More detailed description of investigation aim is followed.

There is a large full-scale component of some structure. In fixed zone of structure a structural damage is expected. A few sensors are embedded in this zone for vibration measurement at low frequency excitation. More precise, the excitation frequency is close to the first natural frequency of full structure and is much smaller than the first "local" natural frequency of a monitored zone. The investigation of this problem and development of some approach of extraction of damage features is detailed aim of presented paper.

2. Short description of the full scale structural component of aircraft

The helicopter Mi-8 tail beam structure was selected for experimental investigation (general view in figure 1). The beam has the form of the truncated cone

with a length of 5485 mm, and the diameters of end cross-sections are 1000 and 550 mm respectively. The material of all main elements of the beam is the aluminium alloy D16AT (close to Al2024-T3).

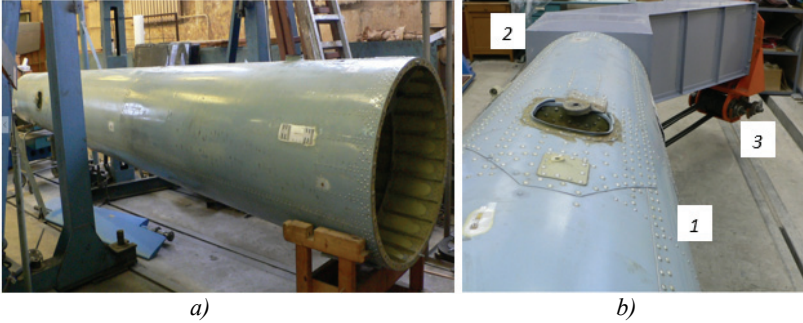


Fig. 1. General view of the helicopter Mi-8 tail beam (a) and the test setup for dynamic loading, 1- the tail beam, 2- imitator of the tail rotor beam, 3 – the eccentric shaker.

3. Analytical estimate and modal FEA

The effect of damage to dynamic properties of a structure was estimated by general linear model of structure with embedded small 1D oscillator. Latter one is simulated the local mass/stiffness variation of structure parameters due to a damage. Finally, the dynamic response of linear system at harmonic excitation can be presented in equation (1).

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} U_k(x) \theta_k(t) \quad (1)$$

where $U_k(x)$ and $\theta_k(t)$ are the modal vector and the normal function of the k^{th} mode of free oscillation. Note that the modal vector corresponds to intact structure.

At harmonic excitation with a circular frequency ω the normal function of the k^{th} mode is:

$$\theta_k(t) = A_k(\omega) e^{j\omega t} \quad (2)$$

$$A_k(\omega) = \frac{(1 - \bar{\omega}^2) \Phi_k}{[M_k(1 - \bar{\omega}^2) + m(\xi_0)u(\xi_0)U_k(\xi_0)](\omega_{dk}^2 - \omega^2)} \quad (3)$$

where M_k and $\Phi_k = \iiint F_0(\xi) U_k(\xi) dW$ are the modal mass and modal force of the k^{th} mode. The modal frequency of damaged structure ω_{dk}^2 is defined in equation (4).

$$\omega_{dk}^2 = \omega_k^2 \left[1 + \frac{m(\xi_0)u(\xi_0)U_k(\xi_0)}{M_k(1 - \bar{\omega}^2)} \right]^{-1} \quad (4)$$

here $u(\xi_0)$ is a vector-amplitude of oscillation of main structure in a base of oscillator. Excitation relative circular frequency $\bar{\omega}$ is given in respect to the natural frequency of oscillator. Equations 3 and 4 define that the effect of small damage practically cannot be reliably detected at low-frequency excitation in conditions of

formulated problem using only modal analysis of output signal. Below there is presented the results of a local modal analysis of small 0.5 mm thin-walled panel of the helicopter tail beam. The aim of the FEA is to estimate of the effect of damage to local dynamic properties of a small portion of structure. In figure 2 the CAD model of a panel, and its views with two types of pseudo-damage (PD) are shown (description of PD is given below).

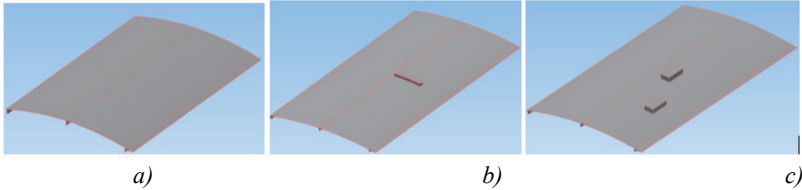


Fig. 2. The CAD view of a panel for intact structure (a), for the MPD (b), and for the LPD.

Several results of modal FEA are presented in fig. 3. First natural frequency is equal to 367.91 Hz for intact panel, 383.08Hz for MPD, and 274.63 Hz for LPD.

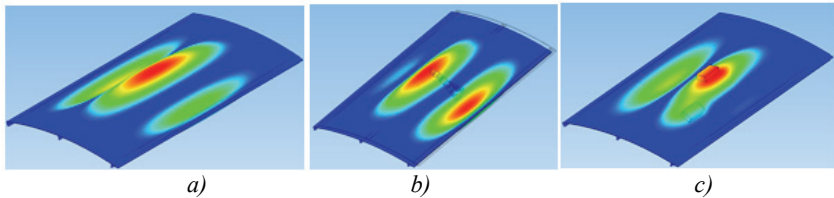


Fig. 3. The shape of first mode of a panel for intact structure (a), for the MPD (b), and for the LPD.

So, a small damage of structure is able appreciably affect to local dynamic properties of some small part of structure. It is seen also that such damage effect to general dynamic properties of a structure is limited by the local changing of shape of the mode which natural frequency is closest to local natural frequency of damaged zone.

4. Experimental study

Test setup includes: test portal as a base for fixing of the beam, imitator of the tail rotor beam, and eccentric shaker with electromechanical drive (fig. 1, b).

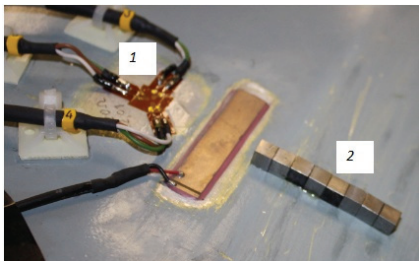


Fig. 3. The general view of a strain gauge rosette with the middle pseudo damage (MPD) in zone 2

In contrast of usual practice of vibration test, the strain gauge technique was used for the dynamic measurement. Two strain gauge rosettes were pasted in two zone of the outer surface of a skin (Fig. 3). The technology of pseudo damage was used for damage effect simulation. Pseudo damage is some non-destructive modification of a test

object which effect is like the practicable defect [20-22]. The middle pseudo damage (MPD) was completed as row of eight 6×6×6mm steel blocks and placed in the zone 1 (figure 3). Two steel blocks 30x15x8 mm were pasted in the zone 2 and qualified as large pseudo damage (LPD).

Cyclic excitation of vibration was limited by frequency band close to the first natural frequency of a beam (3.9 Hz). The main results of test with harmonic loading 3.8 Hz is presented below. Using strain measurement data, the components of plain stress state σ_x , σ_y , τ_{xy} were defined in both zones. Fast Fourier transform (FFT) was done for each stress component (example in figure 4) for intact and structure with a pseudo-damage. Amplitude of spectrum sharply increases in the frequency band 275-400 Hz.

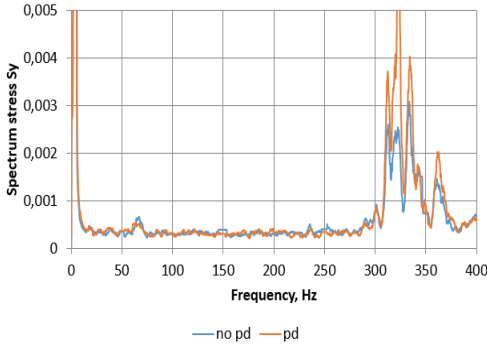


Fig. 4. Spectrum of stress component σ_y in the frequency band 0-400Hz in the zone 2

part of the beam shows that there are at least eight modes of vibration in the frequency band 360-390 Hz. At the same time, changes in the response spectrum due to the appearance of damage can be seen. So, for integral estimation of damage the correlation coefficient deviation (CCD) index was used [22-25].

$$CCD = 1 - \frac{cov(x, y)}{s_x s_y} \quad (5)$$

where $cov(x, y)$ is the covariance between two sample random vectors x and y

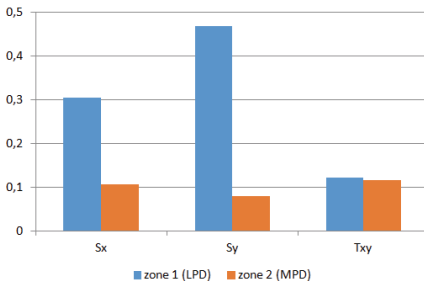


Fig. 5. Effect of pseudo-damage to CCD index

5. Discussion and feature extraction

Analytical estimation and modal FEA of isolated structural unit of the thin-walled beam (see above) show that its first natural frequency for both intact and damaged state is in the frequency band 275-400 Hz. In the same limits, there is intensive increasing of

response spectrum that is seen here in test. Additional modal FEA of a complex part of the beam shows that there are at least eight modes of vibration in the frequency band 360-390 Hz. At the same time, changes in the response spectrum due to the appearance of damage can be seen. So, for integral estimation of damage the correlation coefficient deviation (CCD) index was used [22-25].

response at excitation frequency 3.8 Hz. It is seen that for all stress components the *CCD* index increment due to pseudo-damage is observed, but the degree of this effect is differ, especially for the LPD.

6. Conclusions

Vibration-based damage detection is accepted as a basic condition of local SHM, and main attention focused to a low-cost solution that would be attractive for practice. It is shown that the possible solution can be obtained, if several requirements are satisfied. The comparison of current measurement of output signal with the baseline gives the *CCD* index for estimation of structural health of structure. Results of research show that the problem of vibration-based detection of a small damage in the large-scale structure at low-frequency excitation can be solved successfully.

References

- [1] Doebling S. W., et al. (1998) A Summary Review of Vibration-Based Damage Identification Methods, *Shock Vib. Dig.*, 30(2), pp. 91–105.
- [2] Conte, J.Pand et al. (2008). "Dynamic Testing of Alfred Zampa Memorial Bridge." *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 134, Issue 6, 871–1066.
- [3] B. Peeters, et al. (2001) Vibration-based damage detection in civil engineering: excitation sources and temperature effects. *Smart Mat. Str.*, 10. 518–527.
- [4] Schubel PJ at al. (2013) Review of structural health and cure monitoring techniques for large wind turbine blades. *Renewable Energy* 51:113-23.
- [5] He K., and Zhu, W. D. (2014) Detecting Loosening of Bolted Connections in a Pipeline Using Changes in Natural Freq., *ASME J. Vib. Ac.* 136(3), p. 034503.
- [6] Sohn H., et al. (2003). A Review of Structural Health Monitoring Literature: 1996-2001. Los Alamos National Laboratory report, (LA-13976-MS).
- [7] Carden, E.P. and Fanning, P. (2004). Vibration based condition monitoring: A review. *Structural Health Monitoring*, 3, 355-377.
- [8] Farrar C. R., Doebling S. W., and Nix D. A. 2001 Vibration-based structural damage identification *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 359(1778), 131-149
- [9] Jun Lia and Hong Hao. 1 (2016) A review of recent research advances on structural health monitoring in Australia. *Str. Monit. and Maint.* Vol. 3, No. 33-49.
- [10] Pandey, A. K., Biswas, M., and Samman, M. M., 1991, Damage Detection From Changes in Curvature Mode Shapes, *J. Sound Vib.*, 145(2), pp. 321–332.
- [11] Ratcliffe, C. P. (2000) A Frequency and Curvature Based Experimental Method for Locating Damage in Structures, *ASME J. Vib. Acoust.*, 122(3), pp. 324–329.
- [12] Reynders E. System identification methods for (operational) modal analysis: review and comparison. *Arch. of Comp. Meth. in Eng.*2012; 19:51-124.
- [13] V. Pavelko, G. Shakhmansky (1971) About effect of a crack to natural frequency of a cantilever beam. *Trans. of Riga Inst. of Civil Aviation*, 191, 18-24.

- [14] I. Pavelko, V. Pavelko. (1997) The valuation of stiffness of rods with cracks. Proc. of Int. Conf.: Pranesi. medziaga Transporto priemones, Kaunas, p.237 – 241.
- [15] A. Ebrahimi M., et al. (2010) A bending theory for beams with vertical edge crack, International Journal of Mechanical Sciences, 52 (2010), pp. 904–913.
- [16] Swapnil Dokhe, Shailesh Pimpale. (2015) Effects of crack on modal frequency of cantilever beam Int. J of Res.in Aeron. and Mech. Eng. Vol.3(8) 24-38.
- [17] Liang R.Y., Hu J.L., and Choy F. (1992). Theoretical-study of crack-induced eigenfrequency changes on beam structures. J. of Eng. Mech.-ASCE, 118, 384-396.
- [18] Kasper D.G., et al. (2008). Higher-frequency wave number shift and frequency shift in a cracked, vibrating beam. Journal of Sound and Vibration, 312, 1-18.
- [19] Helge Pfeiffer, et al. (2010) The use of pseudo-defects in validation of ultrasonic structural health monitoring technologies. 10th European Conference on Non-Destructive Testing, Moscow, June 7-11, www.ndt.net.
- [20] P. Rajendrana, and S. Srinivasan. (2015) Performance of rotational mode based indices in identification of added mass in beams. Str.Eng.& Mech., 54(4) 711-723.
- [21] Pitropakis I., Pfeiffer H., Wevers M. (2012) Crack detection in aluminium plates for aerospace applications by electromagnetic impedance spectroscopy using flat coil sensors. Sensors and Actuators: A Physical - (176) 57–63.
- [22] Mays, L.W. and Tung, Y.K. (1992) Uncertainty and Reliability Analysis of Hydrosystems, Hydrosystems Eng. and Manag., McGraw-Hill, New York, USA.
- [23] Naidu, A.S.K., Bhalla, S. and Soh, C.K. (2002) Incipient Damage Localization with Smart Piezoelectric Transducers Using High Frequency Actuation, Proc. of the SPIE, Melbourne, Australia, Vol. 4935, pp. 473483.
- [24] Giurgiutiu, V., Zagrai, A. and Bao J.J. (2002) Piezoelectric Wafer Embedded Active Sensors for Aging Aircraft Structural Health Monitoring. Structural Health Monitoring, 1:4161.
- [25] Annamdas V. G. M. and Soh Ch. K. (2010) Application of Electromechanical Impedance Technique for Engineering Structures: Review and Future Issues, J. Intell. Mat. Syst. and Struct., 21, 41-59.

А.Л. Пузырёв, к.т.н., В.В. Лефтор (Летная академия НАУ, Украина)

Оперативный мониторинг климатических условий эксплуатации легких самолетов

В работе раскрыт вопрос необходимости разработки информационно-измерительных систем для мониторинга факторов условий эксплуатации легких воздушных судов, представлены опытный образец бортового энергонезависимого средства оперативного мониторинга климатических условий эксплуатации авиационных конструкций и результаты его опробования.

Современные воздушные суда оборудованы сложными автоматизированными бортовыми средствами сбора полетной информации, однако легкие воздушные суда имеют общую особенность – они либо вообще не оборудуются бортовыми средствами объективного контроля или их средства регистрируют ограниченное количество параметров. Особенно это актуально для легких учебно-тренировочных воздушных судов. Специфика эксплуатации учебно-тренировочных воздушных судов предусматривает: полеты на малых высотах; частое выполнение взлета и посадки, в том числе и с грунтовых взлетно-посадочных полос; отработку внештатных ситуаций полета.

Как показано в работах Шпилева К.М., Матвиенко А.М., Шароглазова Б.А., Черненко Ж.С., Добрынина А.А., Зайцева А.М., Костоглодова И.Н. и других авторов, факторы условий эксплуатации оказывают значительное влияние на техническое состояние воздушных судов. Также в Регламентах по техническому обслуживанию легких воздушных судов [1, 2] указано, что если воздушное судно эксплуатируется в условиях, отличных от среднестатистических, то необходимо изменять интервалы выполнения регламентных работ. Однако процедуры определения изменений в интервалах выполнения работ отсутствуют. Исходя из этого возникает необходимость разработки информационно-измерительных систем для мониторинга факторов условий эксплуатации легких воздушных судов.

Под факторами условий эксплуатации понимаются климатические и биологические составляющие. К климатическим составляющим относятся: температура; влажность; осадки; ветер; запыленность и засоление воздуха; инсоляция (облучение солнечной радиацией); атмосферное электричество. К биологическим составляющим относятся: микроорганизмы; насекомые; грызуны; птицы.

Первым важным этапом разработки информационно-измерительных систем для мониторинга факторов условий эксплуатации легких воздушных судов является градация условий эксплуатации по степени их влияния на техническое состояние воздушных судов. Для этого необходимо комплексно подойти к оценке влияния условий эксплуатации на воздушные суда.

Проведенный нами анализ, представленный в работе [3], показал, что наибольшее влияние оказывают сочетания низких и высоких температур с высокой влажностью, осадки, а также грызуны и птицы. В свете рассматриваемого вопроса о необходимости разработки информационно-измерительных систем для оценки факторов условий эксплуатации, как во время выполнения полета, так и во время пребывания воздушного судна на стоянке при ожидании полета, важно отметить то, что параметры биологических факторов условий эксплуатации на данном этапе не представляется возможным контролировать. Иначе обстоит дело с климатическими факторами (влажность, температура) контроль параметров которых представляется возможным. В свою очередь, влажность и температура оказывают влияние на старение и разрушение металлических, композиционных, резинотехнических материалов, изменению характеристик горючесмазочных материалов и т.д.

В связи с этим разработан опытный образец бортового энергонезависимого средства оперативного мониторинга климатических условий эксплуатации авиационных конструкций. Так как устройство имеет ограниченное количество датчиков то место их установки необходимо выбирать с точки зрения получения наиболее полной информации о влиянии влажности и температуры на воздушное судно. Выбор зон предлагается определять исходя из опыта эксплуатации типа воздушного судна, например как указано в [1, 4], или посредством универсальных программных систем конечно-элементного анализа, которые сопрягаются со многими CAD-системами.

Работоспособность устройства была проверена в период с конца апреля по начало июня на цельнометаллическом самолете, который на момент эксперимента пребывал на хранении. Датчики устройства были размещены на консоли крыла, а именно один во внутренней полости консоли крыла, а второй – под защитным колпачком на закрылке.

Анализ полученных данных производился путем построения графиков изменения температуры и относительной влажности, а также сопоставления их с данными по городу Кировограду, предоставленными Украинским гидрометеорологическим центром (УГМЦ). В общем случае можно выделить три типа сочетания кривых суточных изменений температуры (рис. 1, а):

- Тип А характеризуется общей динамикой и малым отклонением температур внутри и снаружи крыла по сравнению с температурой УГМЦ;
- Тип В характеризуется общей динамикой, однако имеется значительная разница температуры внутри и снаружи крыла относительно температуры УГМЦ;
- Тип С характеризуется различной динамикой и разницей температур внутри и снаружи крыла относительно температуры УГМЦ.

Схожая ситуация с сочетанием кривых суточных изменений относительной влажности (рис. 1, б).

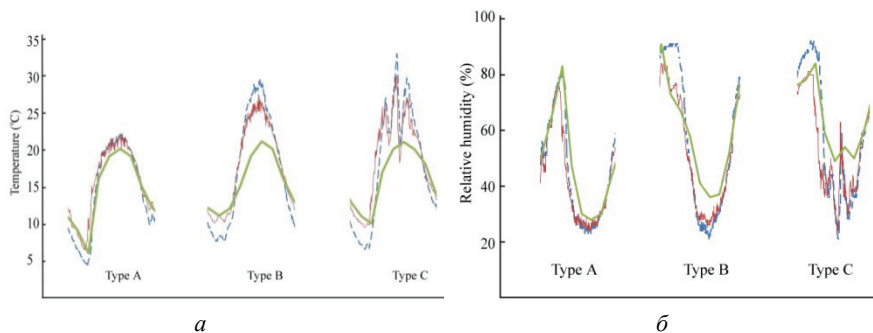


Рис. 1. Типы сочетания кривых суточных изменений:
 а – температуры; б – относительной влажности.

Вывод. Как видно из предоставленных графиков, данные предоставляемые Украинским гидрометеорологическим центром могут значительно отличаться от действительных значений, более того возможны колебания значений не отображаемые ним. В конечном итоге, собранную параметрическую информацию климатических факторов условий эксплуатации предлагается применять для целей корректировки периодичности и состава работ по техническому обслуживанию в процессе эксплуатации легких самолетов.

Список литературы

1. Руководство по техническому обслуживанию. Cessna 172SSKYHAWKSP. Компания Cessna Aircraft. – 2007 г.
2. Руководство по техническому обслуживанию DiamondDA 40 NG. Diamond Aircraft Industries GmbH, Док. №6.02.15. – 2010 г.
3. Пузырёв А.Л., Мунштуков И.В., Лефтор В.В. Комплексный анализ влияния внешних условий эксплуатации на техническое состояние учебно-тренировочного самолета на примере Cessna 172S Nav III / А.Л. Пузырёв, И.В. Мунштуков, В.В. Лефтор // Системи управління, навігації та зв'язку: Збірник наук. праць. – Полтава: 2015. – Вип. 2(34). – С. 46-48.
4. Бычков А.С., Игнатович С.Р., Моляр А.Г. Основные виды и причины разрушения конструктивных элементов из алюминиевых сплавов отечественных воздушных судов транспортной категории / А.С. Бычков, С.Р. Игнатович, А.Г. Моляр // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: науч. тр. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "ХАИ", 2015. – Вип. 70 – С.136-151.

*О.В. Ругайн, к.т.н., В.О. Ругайн
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Особливості формування змісту мультимедійних навчальних комплексів підготовки фахівців в системі технічної експлуатації авіаційної техніки

Розглянуто особливості формування змісту мультимедійних навчальних комплексів підготовки інженерно-технічного складу. Проведено аналіз змістовного та ілюстративного наповнення цих комплексів у процесі їх проектування та виготовлення.

Технічна експлуатація (ТЕ) повітряних суден (ПС) цивільної авіації (ЦА), як об'єкт відповідних компетенцій та в той же час технологічний процес, реалізується в цілісній системі технічної експлуатації (СТЕ), основними завданнями якої є підтримка і відновлення льотної придатності ПС та їх підготовка до використання за призначенням при забезпеченні необхідних рівнів надійності і готовності ПС до польотів з мінімальними трудовими і матеріальними витратами на технічне обслуговування і ремонт (ТОіР) [1].

Виконувати такі завдання спроможні фахівці інженерно-технічного профілю відповідного рівня кваліфікації. Тому проблема забезпечення та підтримання якості кадрового потенціалу ЦА України завжди була, є і буде актуальною.

Серед технологічних компонентів процесу формування цієї якості кардинальну роль відіграють сучасні мультимедійні навчальні комплекси (МНК), засновані на педагогічних принципах та наповнені відповідним змістом [2].

МНК є розвитком навчально-методичного комплексу дисципліни (НМКД), який має містити в собі:

1) дидактичні цілі, які повинні бути магістральною програмою дій для студентів (це мають бути чітко означені орієнтири: що повинен засвоїти студент та якими практичними вміннями оволодіти в процесі вивчення змісту модуля; якими інструментами він має послуговуватися, щоб цього досягти);

2) безпосередньо навчальний матеріал, структурований на навчальні елементи відповідно до його засвоєння;

3) інформацію щодо способів засвоєння навчального матеріалу, методів контролю і самоконтролю, пояснення щодо шкали оцінювання результатів засвоєння матеріалу з певної дисципліни.

Структура МНК зумовлена його функціями і цільовим призначенням. Складовими компонентами цієї структури є наступні:

- загальна характеристика навчальної дисципліни;
- навчальна та робоча навчальна програми дисципліни;
- курс лекцій;
- методичні рекомендації до практичних занять;
- методичні рекомендації до лабораторних занять;
- методичні рекомендації до виконання домашніх завдань;
- методичні рекомендації до виконання курсових робіт та проектів;

- методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни;
- методичні рекомендації до індивідуальних занять;
- положення про рейтингову систему оцінювання набутих студентом знань та вмінь з навчальної дисципліни;
- словник-довідник (глосарій, довідник, енциклопедичний словник) за напрямом навчальної дисципліни;
- бібліографічний покажчик та перелік інших джерел інформації, рекомендованих для вивчення дисципліни.

Основними проблемами, що виникають при оснащенні НМКД мультимедійними технологіями, є наступні [3]:

- як переробити навчальну дисципліну для її комп'ютеризації;
- як побудувати навчальний процес із застосуванням комп'ютера;
- яку частку навчального матеріалу і в якому вигляді уявити і реалізувати з використанням комп'ютера;
- як і якими засобами здійснювати контроль знань, оцінювати рівень закріплення умінь і навичок;
- які інформаційні технології застосовувати для реалізації поставлених педагогічних і дидактичних завдань.

При цьому слід зазначити, що особливості формування мультимедійної складової МНК обумовлені спроможністю матеріальної бази кафедри використовувати досягнення сучасних мультимедійних технологій в навчальному процесі [4].

В умовах активного розвитку систем автоматизованого та дистанційного навчання, безперечно, МНК потребує розширення інформаційно-пошукових можливостей дисципліни, значного підвищення зацікавленості студентів у навчанні за рахунок статичної та динамічної візуалізації досліджуваних об'єктів і процесів, а також застосування МНК як у режимі навчання, так і у режимі тестування набутих знань, вмінь та навичок.

Застосування мультимедійних технологій на будь-яких етапах навчального процесу, таких як пояснення нового матеріалу, самостійна робота учнів і контроль знань, може значно підвищити якість кінцевого результату. Підтвердженням цьому є переваги сучасних технічних засобів в навчальному процесі, на прикладі електронного підручника, який дозволяє побачити:

- ілюстрацію динамічних процесів і явищ, прихованих в умовах звичайного освітнього процесу;
- розвиток і різноманіття всіх моделей на фотографії, а також їх докладні технічні характеристики у вигляді таблиць;
- оперативно знаходити застарілий матеріал або неточності і вносити відповідні зміни.

На рис. 1 показаний анімаційний фрагмент лекції з дисципліни "Технічна експлуатація повітряних суден". У цьому фрагменті зафіксовано два стоп-кадри анімаційного представлення технологічного процесу монтажу та демонтажу елементів гальмівних систем шасі сучасних повітряних суден.

Впровадження МНК в навчальний процес не тільки звільняє викладача від рутинної роботи в організації навчального процесу, воно дає можливість створити багатий довідковий та ілюстративний матеріал, представлений в

самому різноманітному вигляді: текст, графіка, анімація, звукові і відео елементи, а також сприяє до появи нових освітніх методик і форм занять.

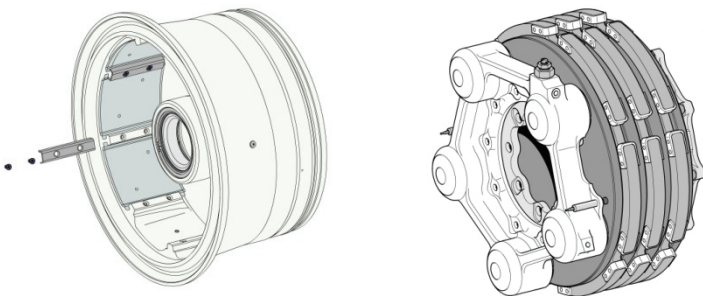


Рис. 1. Стоп-кадри анімаційного ролику

Але, незважаючи на різноманітність технічних засобів і технологій, що використовуються в навчальному процесі, слід зазначити, що якість навчання залежить, перш за все, від досконалості навчального матеріалу, форми його представлення та організації навчального процесу.

Таким чином, сучасний МНК, має орієнтуватися на динамічність і органічний розвиток. МНК є таким видом електронних навчальних видань, який формується в умовах інтелектуалізації навчання, постійного зростання фахової інформації і необхідності отримання консолідованої інформації з конкретної проблематики з урахуванням міждисциплінарних і міжгалузевих зв'язків. Об'єднуючи в собі методичні та дидактичні складові у мультимедійному середовищі навчальних дисциплін, МНК є консолідацією знання певного напрямку, наприклад, у напрямку підготовки інженерного складу в системі технічної експлуатації авіаційної техніки.

Список літератури

1. Далецкий С.В. Формирование характеристик системы технической эксплуатации воздушных судов гражданской авиации. Москва, диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2002. – 466 с.
2. Автомонов П.П. Дидактика вищої школи: підручник для студентів вищих навчальних закладів / П.П. Автомонов; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – К.: Київ. ун-т, 2008. – 367 с.
3. Пархоменко Е. И. Применение современных информационных технологий в обучении студентов техническим дисциплинам / Проблемы и перспективы развития образования: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Пермь, май 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 151-153.
4. Ругайн О.В., Ругайн В.О. Концептуальні аспекти розробки автоматизованих мультимедійних навчальних комплексів підготовки інженерного складу в системі збереження льотної придатності авіаційної техніки. – Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції „ABIA–2013”. – Т.3. – К.: НАУ, 2013. – 405 с. – С. 17.23-17.26.

*В.В. Токарук, О.І. Богданович, к.т.н.,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Особливості технології заправки питною водою на прикладі повітряного судна В-737-500

Розглянуто потенційне використання питної води на борту комерційних повітряних суден та технологію заправки повітряного судна питною водою на прикладі В-737-500.

Регулярність польотів та пасажирських авіаперевезень залежить від якості проведення комплексу робіт з наземного обслуговування. До складу робіт з наземного обслуговування входить і заправка повітряного судна (ПС) питною водою.

Потенційне використання питної води на борту комерційних ПС включає: приготування гарячих і холодних напоїв, таких як кава, чай та порошкові напої; відновлення зневодненої їжі, такої як супи, локшина та дитяче харчування; пряме вживання під кранів для холодної води і питних фонтанів; розведення та/або вживання медичних препаратів; чищення зубів в туалетах; миття рук в туалетах і на кухнях; чищення начиння і робочих зон; приготування гарячих вологих рушників для рук та обличчя; безпосереднє умивання обличчя в туалетах; бортовий душ; термінова медична допомога.

Питна вода до аеропорту надходить з водопровідної мережі або аеропорт має своє власне джерело. За підготовку питної води у аеропорту відповідає служба тепло і санітарно-технічного забезпечення (ТіСТЗ) яка включає в себе обладнання для підготовки, зберігання та заправлення водозаправних машин рис.1.

Питна вода у аеропорту, що надходить до ПС повинна відповідати вимогам Міжнародної Організації Охорони Здоров'я та вітчизняним санітарним нормам [1-6].

Питна вода, водозаправні машини та водневі системи ПС раз на місяць також проходять перевірку якості на відповідність вищезгаданим вимогам. Вода перед заправленням до спецавтомобілю проходить обов'язкове хлорування, причому від внесення реагенту до заправки ПС має пройти не менше півгодини. Термін цей потрібний для того, щоб дезінфікуючий склад повністю прореагував з усім обсягом води, і для полегшення цього процесу вода в ємності попередньої підготовки знаходиться в постійній циркуляції. Тип хлорувального розчину, наприклад, гіпохлорид кальцію або натрію концентрацією 0,3-0,5 г/літр.

Операції з очищення та дезінфекції водозаправних машин проводять щотижня, а раз на місяць баки очищують від накопичується в них механічного осаду. У ході експлуатації необхідно уникати будь-якого забруднення заправних і зливних насадок, до і після використання протираючи наконечники вологими серветками, надягаючи на них спеціальні заглушки (або опускаючи їх у дезінфекційний розчин) і правильно розміщуючи шланги

в «похідному» положенні. До і після заправки ретельно протираються також і заправні панелі на ПС.

Також до і після заправки проводиться злив із заправного шланга невеликої кількості води (1-2 літра). Це потрібно як для того, щоб зайвий раз промити шланг, так і для видалення з нього бульбашок повітря. Воду не зливають прямо на перон, а використовують спеціальні ємності для запобігання забруднень і виникнення взимку ожеледиці.

Для усунення перенесення забруднень з інших машин, водозаправним машинам заборонено стояти на одній стоянці з туалетними машинами, а їх персонал не має права в ту ж зміну займатися «брудною роботою», наприклад, обслуговувати туалетну машину.

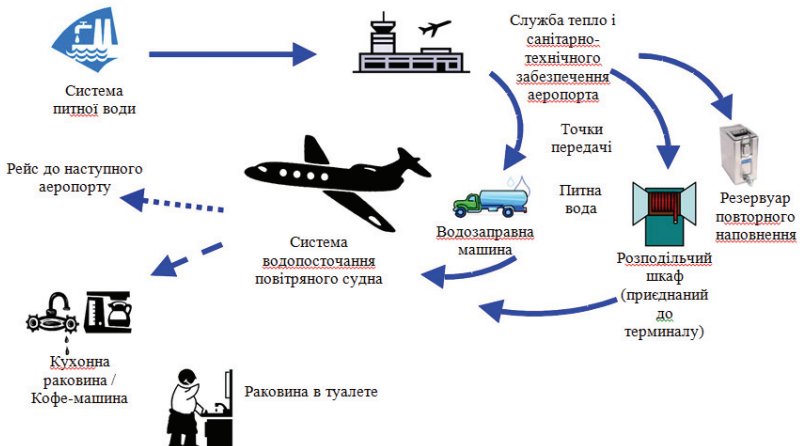


Рис. 1. Схема типового ланцюга постачання та передачі питної води до повітряного судна [3]

Завантаження питною водою відбувається відповідно до інструкції з наземного обслуговування конкретного типу ПС, також там розглядається процедура зливу. Злив води з системи ПС проводять при перерві між вильотами більше ніж на 2 години, при температурі навколишнього середовища нижче 0 °С. Необхідно ретельно дотримуватися усіх операцій (в тому числі і в частині правильної установки всіх перемикачів всередині ПС), у протилежному випадку може відбутися пошкодження бортового обладнання ПС.

Після заправки обов'язково слід злити воду, що залишилася у шлангу і дочекатися зливу води, що залишається в заправній магістралі, що особливо важливо в зимовий час.

Система водопостачання ПС типу В-737-500 забезпечує зберігання і подачу чистої води на передню і задню кухню ПС і до умивальників у туалетних кімнатах.

Зберігання води забезпечується в баку, розташованому в хвостовій частині ПС за заднім багажним відділенням.

Об'єм бака складає 150 літрів і обмежується трубою, з'єднаної з лінією переливу, і становить 90 літрів, (на деяких ПС 135 літрів).

Роботи з обслуговування системи водопостачання В-737-500 умовно поділяють на три етапи.

1. Підготовка системи водопостачання.

При введенні в експлуатацію нового ПС, після його технічного обслуговування або заміни агрегатів (підігрівачів води, кранів змішувачів і ін.), а також при періодичних регламентних роботах система піддається очищенню.

Очищення системи водопостачання ПС здійснюється з обов'язковим хлоруванням, потім проводиться експозиція, злив і промивка. Після промивання системи водопостачання ПС піддається дезінфекції.

2. Заправлення системи водопостачання.

Система водопостачання В-737-500 повинна заправлятися тільки від водозаправної машини використання якої забезпечить заправку водою із збереженням відповідної якості питної води з тиском води при заправці не більше $3,87 \text{ кг/см}^2$. Якщо тиск більше, ніж $3,87 \text{ кг/см}^2$, то можливе пошкодження бака з питною водою. Рекомендований тиск для заправки водяного бака становить $1,76\text{--}3,87 \text{ кг/см}^2$. Застосування водозаправні машини, які не відповідають вище викладених вимог категорично забороняється.

При температурі зовнішнього повітря нижче $+5^\circ\text{C}$ систему водопостачання заправляти теплою водою ($+50\text{--}+60^\circ\text{C}$) і тільки після попереднього прогріву кабіни від наземної або бортовий установки до температури повітря в салоні $+20 - +25^\circ\text{C}$.

При виконанні операцій зі заправлення питною водою системи водопостачання В-737-500 необхідно дотримуватися наступного порядку:

- встановити водозаправної машини у відповідності зі схемою під'їзду машин до ПС (виконує водій);
- під'єднати роздавальний шланг до штуцера водозаправної машини і штуцера заправки на водозаправній панелі ПС, промивши попередньо штуцери і шланг водою з ємності водозаправної машини (заправник);
- відкрити лючок панелі обслуговування водяної системи, зняти кришку з штуцера заправки питною водою, під'єднати лінію подачі води від водозаправної машини з штуцером заправки ПС (авіатехнік);
- відкрити кран заправки на водозаправній панелі ПС і дати команду водієві на включення насоса (авіатехнік);
- відкрити крани водозаправної машини і включити насос, збільшуючи обороти двигуна, встановити тиск води у межах $1,76\text{--}3,87 \text{ кг/см}^2$ і контролювати його за манометром на пульті в кабіні (водій);
- при появі струменя води з трубки переливу при переповненні водяного бака дати команду водієві на вимикання насоса (авіатехнік);
- вимкнути насос водозаправної машини і закрити крани видачі води (водій);
- повернути ручку на закриття крана заправки, від'єднати заправний

- штуцер подачі води, дати воді повністю стекти з заправного штуцера ПС, витерти насухо сервісну панель і прилеглу поверхню (авіатехнік);
- візуально огляньте заправний штуцер на наявність течі (при виявленні течі повідомити екіпажу ПС), закрити кришку на заправному штуцері, переконавшись в чистоті робочої зони і відсутності на ній сторонніх предметів і інструментів, закрити лючок панелі обслуговування питною водою (авіатехнік);
- від'єднати роздатковий шланг від штуцерів водозаправної машини і ПС, злити з нього воду, надіти заглушки та чохла на наконечники шланга, укласти його в ящик (заправник);
- витерти насухо штуцера і нішу водозаправні панелі, надіти заглушки (заправник);
- за командою авіатехніка перевести водозаправної машини в транспортне положення і відвести його від ПС (водій);
- зробити позначку в журналі водозаправної машини: номер рейсу, часу заправки, кількості та температури заправленої води (заправник);
- в бортовому журналі ПС зробити відмітку про час заправки, температури і кількості заправленої води (авіатехнік) [11].

Залишки води з системи водопостачання В-737-500 зливати після завершення рейсу сумарною тривалістю більше 4 -х годин. Дозаправка води в проміжних аеропортах заборонена. У разі необхідності проводиться повна заправка системи.

При негативній температурі зовнішнього повітря воду з системи водопостачання ПС зливати відразу ж після зупинки двигунів до охолодження кабіни.

3. Злив води проводити в зливу ємність водозаправної машини.

Порядок виконання операції.

Водієві водозаправної машини необхідно:

- встановити водозаправну машину у відповідності зі схемою під'їзду машин до ПС і повідомити авіатехніку про готовність до прийняття зливається з ПС води;
- за командою авіатехніка про закінчення зливу закрити приймальний кран;
- відвести водозаправну машину на місце стоянки.

Авіатехніку необхідно:

- створити повітряний тиск у баку з шляхом відбору повітря від ДСУ або під'єднати джерело стисненого повітря (балон з азотом або повітрям (чистим) або УПЗ) до штуцера на панелі обслуговування водяної системи. (ДСУ запускає екіпаж ПС);
- під'єднати шланг до отвору, розташованому поруч з панеллю обслуговування водяної системи для зливу води в цистерну водозаправні машини;
- повернути рукоятку керування краном зливу на панелі обслуговування водяної системи в положення OPEN. По закінченню зливу води з водяного бака і поставити рукоятку в нормальне положення CLOSED і

від'єднати шланг від отвору зливу води;

- під'єднати шланг до отвору для зливу води в передній частині ПС, який розташований зліва по польоту в районі передньої стійки шасі;

- в передньому туалеті поставити первинний дренажний кран в положення DRAIN, а на ПС з вторинним дренажним краном, розташованим під раковиною у передньому туалеті, поставте його в положення OPEN;

- по закінченню зливу води і перевести первинний кран зливу в положення SUPPLY, а вторинний кран зливу в положення CLOSED;

- у всіх раковинах туалетних кімнат натиснути на кнопки подачі води і дочекатися виходу сухого повітря з крана;

- злити воду з кофемейкерів, розташованих на передній і задній кухнях ПС, утримуючи кнопку COLD WATER (холодна вода), підставити ємність для зливу води, дочекатися виходу сухого повітря, після відключити джерела подачі тиску повітря в водяний бак;

- витерти насухо панелі обслуговування і зливу питної води та прилеглі поверхні. Візуально оглянути штуцери зливу води на наявність течі. При виявленні течі повідомте екіпажу ПС;

- переконайтеся, що робоча поверхня чиста і не містить інструменту і сторонніх предметів. Закрийте лючок панелі обслуговування питною водою;

- закрити лючок панелі зливу питної води. Переконайтеся, що засувки правильно закриті, болючки є продовженням поверхні обшивки фюзеляжу [4].

Висновок

Розглянута технологія дозволить підвищити якість проведення робіт з заправлення чистою питною водою ПС під час наземного обслуговування ПС.

Список літератури

1. ДСанПіН"Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання". – К.: МОЗ, 1997. – 21 с.

2. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: Том 1: 3-е изд. – Женева: Изд. ВОЗ, 2004. – 121 с.

3. Руководство по гигиене и санитарии в авиации: 3-е изд. – Женева: Изд. ВОЗ, 2009. – 70 с.

4. Руководство по организации наземному обслуживанию ВС авиакомпании. Часть 5. Наземное обслуживание воздушного судна Boeing-737-400/500. - Ханты-Мансийск.: «ЮТэйр» - Пассажирские авиалинии, 2013, 193 с.

*А.В. Попов, к.т.н., О.А. Салами,
(Национальный авиационный университет, Украина)
А.В. Пацук, аспирант (Криворожский колледж НАУ, Украина)*

Методологические аспекты методики диагностирования турбореактивного двухконтурного двигателя на основе нейросетевой классификации

В работе проанализированы вопросы выбора и обоснования входных параметров и режима диагностирования для разработки методики оценки технического состояния турбореактивного двухконтурного двигателя без смещения потоков с использованием, как классических методов распознавания образов, так и элементов искусственного интеллекта – нейронных сетей.

На сегодняшний день вопросам идентификации технического состояния (ТС) турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД) при возникновении совместно-поврежденных (СП) узлов с использованием нейросетевой классификации, а также классических методов распознавания образов уделено достаточно внимания. Однако, отсутствует обобщенный подход к выбору диагностических признаков (ДП), режима диагностирования, так же не исследованы в полной мере возможности методов искусственного интеллекта.

Поэтому, с учетом рекомендаций, указанных в работах [1-3], дополнительно был проведен анализ эффективности классификации ТС на режимах 0,6, 0,7 от номинального режима работы исследуемого ТРДД и на установившемся режиме его работы вблизи расчетной точки, которая соответствует режиму 0,85 номинального.

В качестве ДП также были использованы регистрируемые параметры рабочего процесса (ПРП) двигателя на соответствующих режимах его работы.

Результаты использования классических методов распознавания образов приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1

Результаты анализа методов распознавания образов
(обучающая выборка, при 11-ти регистрируемых ПРП в качестве входных данных)

Меры кластеризации и методы распознавания образов		Число отклонений					
		Режим работы ГТД					
		0,6ном	%	0,7ном	%	0,85ном	%
Кластерный анализ	Махаланобиса	26	7,2	12	3,3	28	7,7
	Эвклида	233	64,7	227	63,0	233	64,7
	City Block	204	56,6	211	58,6	223	61,9
	Минковского	219	60,8	225	62,5	232	64,4
Ближайшего соседа		189	52,5	138	38,3	183	50,8
Минимизации риска		0	0	0	0	0	0
Дискриминантный анализ		0	0	2	0,5	0	0

Таблица 2

Результаты анализа методов распознавания образов
(проверочная выборка, при 11-ти регистрируемых ПРП в качестве входных
данных)

Меры кластеризации и методы распознавания образов		Число отклонений					
		Режим работы ГТД					
		0,6ном	%	0,7ном	%	0,85ном	%
Кластерный анализ	Махаланобиса	69	19,1	68	18,8	84	23,3
	Эвклида	262	72,7	254	70,5	247	68,6
	City Block	236	65,5	240	66,6	245	68,0
	Минковского	259	71,9	250	69,4	247	68,6
Ближайшего соседа		233	64,7	174	48,3	163	45,2
Минимизации риска		4	1,1	2	0,5	7	1,9
Дискриминантный анализ		80	22,2	54	15	47	13,0

Проведенные исследования указывают на неудовлетворительные результаты классификации ТС ГТД при использовании контролируемых параметров в качестве ДП при решении задач классификации ТС ТРДД методами распознавания образов и нейронной сети (рис. 1).

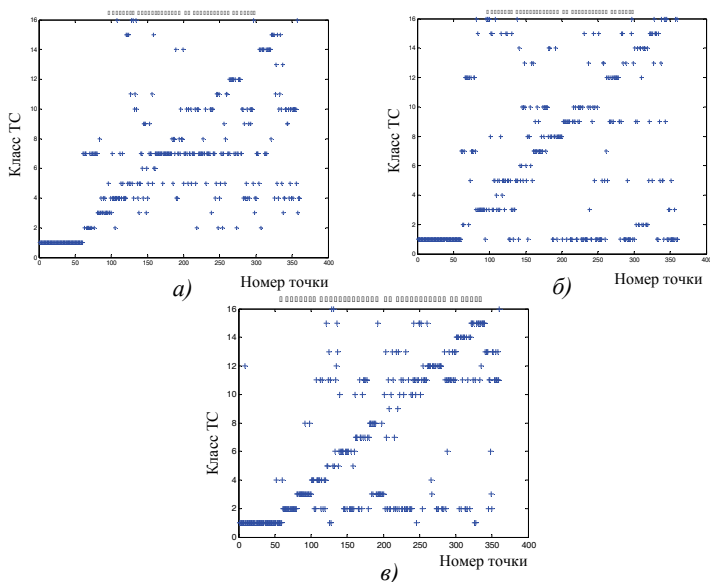


Рис. 1. Результаты проверки нейросетевого распознавания на проверочной выборке, с использованием ПРП, зарегистрированных согласно режима работы ТРДД:

а) – 0,6 ном; б) – 0,7 ном; в) – 0,85 ном.

Если ввести некоторый условный коэффициент усиления K , который является следствием отношения количества ошибок при обучающей выборке к ошибкам возникающим при проверке, то прослеживается четкая картина слабой чувствительности вышеуказанных мер кластеризации и методов распознавания образов к изменению значений регистрируемых параметров рабочего процесса с учетом режима работы двигателя [4].

В данном случае наиболее эффективными являются метод минимизации риска и метод дискриминантного анализа. Абсолютно по иному обстоит картина чувствительности используемых мер кластеризации и методов распознавания образов с использованием в качестве ДП параметров предложенных в работе [4]. Следует отметить, что использование в качестве ДП таких признаков как: степень повышения (понижения) давления, КПД лопаточных машин, удельный расход топлива, скольжение роторов, расхода рабочего тела проточной части (ПЧ) при решении задач диагностирования при возникновении СП узлов носит большую достоверность с использованием метода нейросетевой классификации (рис. 2).

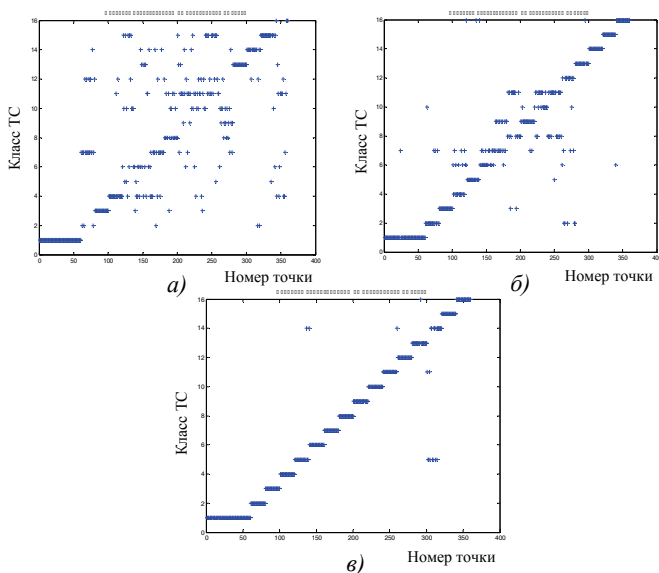


Рис. 2. Результаты проверки нейросетевого распознавания на проверочной выборке с использованием ДП согласно режима работы ТРДД:
а) – 0,6 ном; б) – 0,7 ном; в) – 0,85 ном

Проведенный анализ позволяет обосновать возможность применения комплексного подхода к вопросам реализации процесса классификации ТС объекта диагностирования.

Внедрение в практику новых средств и методов контроля ТС изделий с целью раннего обнаружения неисправностей ТРДД является гарантией

надежности, создающей уверенность в исправности двигателей в течение выполнения полетного задания.

Систематическое измерение контролируемых параметров в процессе эксплуатации, усреднение измеряемых величин методами математической статистики, приведение полученных значений к условиям МСА и сопоставление средних данных с установленными пределами их значений, а также с расчетными параметрами математической модели ТРДД данного типа обеспечивает процесс определения ТС авиационного двигателя.

Все операции и процессы диагностирования и прогнозирования ТС ТРДД сводится по существу к получению, обработке и анализу соответствующей информации, что для ТРДД не являются, в настоящее время, чем-то новым. Новизна разрабатываемой методики состоит в том, чтобы значительно увеличить глубину и достоверность диагноза, длительность периода прогнозирования, а также своевременно выявлять СП узлов ПЧ ТРДД.

На практике не всегда возможен контроль всех необходимых ПРП двигателя ввиду различного уровня контролепригодности ТРДД, однако, можно судить о состоянии конструктивных узлов ПЧ двигателя по величине функциональных параметров, регистрации которых осуществляется при помощи специальных датчиков, установленных на борту воздушного судна или предусмотрена возможность их подключения при ТО.

Сложность оценки ТС ТРДД по изменению термогазодинамических параметров обуславливается их взаимосвязью с режимом работы ТРДД, различной степенью влияния повреждений на величину контролируемых параметров.

В связи с этим, важным является вопрос выбора параметров контроля, обладающих наибольшей диагностической ценностью, а именно:

- чувствительностью контролируемого параметра к изменению ТС конструктивных узлов ПЧ ГТД;
- количеством повреждений, обнаруживаемых по изменению параметра контроля;
- надежностью конструктивных узлов, контроль состояния которых осуществляется данными параметрами контроля;
- точностью измерения значений контролируемого параметра имеющимися средствами контроля.

Выводы

В качестве методологических аспектов методики диагностирования ТРДД на основе нейронных сетей следует отметить следующее.

При выборе параметров для функционального контроля ТРДД особое внимание необходимо уделить методам анализа ДП для выявления повреждений. Следует отметить, что для диагностирования состава СП узлов, обеспечения глубины их поиска и идентификации необходимо задать комбинации конкретных перечней эксплуатационных повреждений.

При разработке методики оценки технического состояния ПЧ ГТД с последующей идентификацией повреждения до конструктивного узла,

необходимо учитывать следующее:

- методика должна быть предназначена для диагностирования ТРДД и определения ТС, как отдельного узла, так и при СП узлов;
- применение методики должно предусматриваться как, при стендовых испытаниях двигателей, так и для диагностирования ТРДД в условиях эксплуатации;
- дальнейшее усовершенствование методики должно предусматривать уточнение контрольных значений критериев оценки и классификации ТС ТРДД;
- для обработки данных необходимо использовать современные компьютерные технологии с использованием стандартных и специально разработанных программ.
- методологические основы методики приемлемы для применения к различным типам ТРДД, при этом необходимо проведение дополнительных исследований с целью «обучения» системы и установления контрольных значений критериев оценки и классификации состояний;
- следует отметить, что наибольшая достоверность достигается при использовании в качестве ДП интегральных параметров на режиме вблизи эксплуатационной точки 0,85 номинального. Это достигнуто путем проведенного сравнительного анализа достоверности между регистрируемыми и интегральными параметрами на следующих эксплуатационных режимах: 0,6; 0,7 и 0,85 номинального.

Список литературы

1. Кучер О.Г., Якушенко О.С., Сухоруков В.Ю. Розпізнавання технічного стану авіаційних ГТД з використанням нейронних мереж // Вісник двигунобудування. – 2002. – № 1. – С. 101-106.
2. Кучер О.Г., Якушенко О.С., Сухоруков В.Ю. Оптимизация метода обучения нейронной сети для распознавания класса технического состояния ГТД // Авиационно-космическая техника и технология. – Х.: – 2007. – № 1/15. – С. 184-188.
3. Кучер А.Г., Дмитриев С.А., Попов А.В. Определение технического состояния ТРДД по данным экспериментальных исследований с использованием нейронных сетей и методов распознавания образов // Авиационно-космическая техника и технология. – Х.: – 2007. – № 10/46. – С. 153-164.
4. Дмитрієв С.О., Кучер О.Г., Попов О.В. Оцінка технічного стану проточної частини газотурбінного двигуна за параметрами робочого процесу // Вісник Інженерної академії України. – Миколаїв, 2009. – №1. – С. 8-11.

Модернизация конвертированных газотурбинных двигателей

Рассмотрены вопросы, связанные с реконструкцией наземных газотурбинных установок, определены основные параметры конвертируемых двигателей, так же определены преимущества модернизации ряда двигателей.

В настоящее время широко распространена тенденция реконструкции наземных газотурбинных установок, предполагающая использование высокотехнологичных авиационных двигателей и их узлов, которые существенно снижают затраты на эксплуатацию и повышают надежность газотурбинных установок [1], в том числе и модернизация ранее конвертированных морских газотурбинных двигателей (ГТД).

В процессе конвертирования ГТД, конструкция основных элементов двигателя зависит не только от основных параметров, рабочего процесса, определяемых техническим заданием, но и от следующих требований [2]:

- основных требований к конвертированию;
- выбранной принципиальной схемы конвертирования;
- облика базового авиационного двигателя (конструкции его элементов и параметров цикла);
- остаточных запасов прочности деталей базового двигателя после наработки в эксплуатации;
- возможности технологического упрочнения и восстановления деталей базового двигателя после наработки в эксплуатации;
- степени конкурентности двигателя на рынке сбыта и возможного объема заказов (экономической целесообразности).

Вышеуказанные требования справедливы как для потенциально вновь разработанных двигателей на базе авиационных, так и морских ГТД.

Благодаря непрерывной работе по поддержанию и повышению технического уровня, наработка многих двигателей разработки Государственного предприятия «Научно-производственный комплекс газотурбостроения "Зоря-Машпроект"» превысила 80 тысяч часов без заводского ремонта. Лидерные двигатели второго поколения UGT 16000 (ДР59) наработали более 100000 часов. Двигатели третьего поколения UGT 15000 – более 60 тысяч часов, четвертого поколения UGT 25000 – 50 тысяч часов. Новый двигатель четвертого поколения UGT 10000 введен в опытно-промышленную эксплуатацию на компрессорной станции (КС) «Кировоградская» в 2002 году, который к середине 2007 года наработал около 20000 часов [3].

Приводные ГТД типа ДР59Л на протяжении почти тридцати лет пользуются репутацией самых надежных и более неприязнительных из всех конвертированных ГТД, поэтому успешно эксплуатируются на многих КС Украины.

По состоянию на сегодняшний день газоперекачивающие агрегаты

(ГПА) ГПА-10 (-01) и двигатели ДР59Л(Л1) успешно эксплуатируются двадцать и более лет, однако большинство эксплуатирующихся ГПА и ГТД имеют фактическую наработку, близкую или превышающую установленный моторесурс 65000 – 82000 часов, а экономические показатели ДР59Л (КПД агрегата ГПА-10-01 от 27,2 до 27,6 % в стационарных условиях) не конкурентоспособны в настоящее время.

Таким образом, появилась острая необходимость модернизации парка ГПА для физического обновления и повышения показателей экономичности.

Исходя из потребности КС в обновлении парка ГТД с большей экономичностью, предприятием ПО «Криворожский турбинный завод «Констар» был выполнен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, что позволило разработать и изготовить на базе ГТД типа ДР59Л новый ГТД-10В, имеющий более высокие показатели по экономичности и долговечности.

Данный двигатель является наиболее приемлемым вариантом обновления ГТД типа ДР59Л с обеспечением следующих преимуществ:

1. Максимально возможное увеличение КПД двигателя – до 31-32 % за счёт решения задачи оптимизации и полного перепрофилирования проточной части ГТД в габаритах ДР59Л с сохранением габаритно-присоединительных размеров и частот вращения валов ГТД для полного исключения стартовых и капитальных затрат на доработки существующих турбоблоков и переучивание эксплуатационного персонала.

2. Сохранение кинематической схемы и конструкции опорных узлов двигателя типа ДР59Л, в значительной степени определяющих достигнутую эксплуатационную надежность, в том числе, в объеме уже выполняемых штатных доработок при модернизации.

3. Обеспечение полного моторесурса, до списания не менее 100000 часов, в том числе, за счет замены при капитальном ремонте деталей, определяющих ресурс.

4. Обеспечение модернизации ГТД типа ДР59Л при проведении капитальных ремонтов в заводских условиях, в том числе с использованием материальной части двигателей, выработавших моторесурс.

5. Повышение экологических показателей за счет повышения полноты сгорания топлива, снижения концентрации вредных выбросов, а также за счет использования электростартерного запуска с полным исключением затрат пускового газа.

Замена ГТД ДР59Л на ГТД-10В есть самым низкозатратным путем модернизации КС, оснащенных турбинами судового типа, и позволяет экономить 500-700 м³ природного газа за каждый час работы одной турбины.

По состоянию на 2017 год успешно прошли эксплуатационные испытания под нагрузкой по 72-часовой программе пять двигателей ГТД-10В. На рисунках 1-8 показаны продольные разрезы узлов двигателя ГТД-10В. Цветом выделены детали и узлы, в которых выполнены модернизационные доработки.

Результаты испытаний лидерного ГТД-10В в составе ГПА-10-01Е в период с 6-го по 12 июля 2010 года на КС Решетилковская и комплексное опробование двигателя при работе под нагрузкой по 72-часовой программе

полностью подтвердили, и по некоторым позициям, даже улучшили расчетные показатели двигателя, а именно:

– Получен устойчивый низкотемпературный пуск при температуре наружного воздуха более 30 °С (максимальная температура газов за ТВД на запуске – не более 290 °С).

– Экономия пускового газа за счет использования электростартерного запуска составила 900-1100 нм³ на каждом пуске или холодной прокрутке.

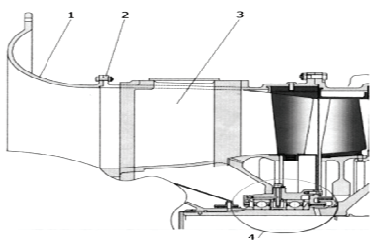


Рис. 1. Входное устройство с передним корпусом компрессора низкого давления (КНД):
1 – входное устройство; 2 – передний корпус КНД; 3 – входной направляющий аппарат КНД; 4 – опорно-упорный узел роторе КНД

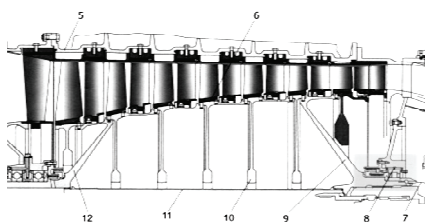


Рис. 2. Компрессор низкого давления:
5 – корпус КНД литой; 6 – ротор КНД; 7 – внутренний вал; 8 – масляный демпфер задней опоры; 9 – задняя цапфа ротора КНД; 10 – диск ротора КНД; 11 – труба; 12 – передняя цапфа ротора КНД

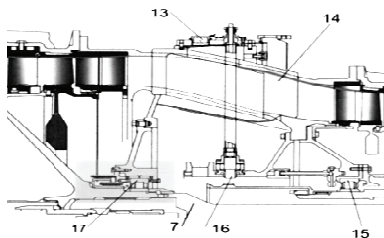


Рис. 3. Переходник между КНД и компрессором высокого давления (КВД):
13 – место установки приспособления для ручной прокрутки ротора КВД; 14 – переходник; 15 – передняя опора КВД; 16 – датчик замера частоты вращения ротора КВД; 17 – внутренний вал; 7 – задняя опора КНД

13 – место установки приспособления для ручной прокрутки ротора КВД;
14 – переходник; 15 – передняя опора КВД; 16 – датчик замера частоты вращения ротора КВД; 7 – внутренний вал; 17 – задняя опора КНД

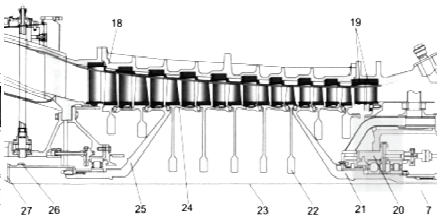


Рис. 4. Компрессор высокого давления:
18 – корпус КВД литой; 19 – двухрядный выходной спрямляющий аппарат; 7 – внутренний вал; 20 – задний опорно-упорный узел ротора КВД; 21 – задняя цапфа ротора КВД; 22 – диск ротора КВД; 23 – труба; 24 – ротор КВД; 25 – передняя цапфа ротора КВД; 26 – индуктор замера частоты вращения ротора КВД; 27 – шестерня ручной прокрутки ротора КВД

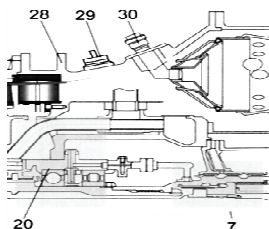


Рис. 5. Задний корпус КВД:

28 – задний корпус КВД;
29 – кран регулирования давления
воздуха в разгрузочной полости;
30 – топливная форсунка;
7 – внутренний вал; 20 – задний
опорно-упорный узел ротора КВД

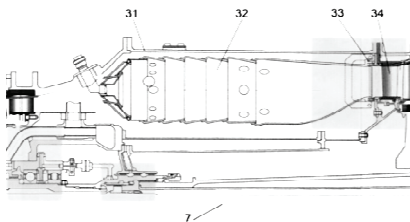


Рис. 6. Камера сгорания

31 – камера сгорания; 32 – жаровая
труба;
33 – газоплотный стык с сопловым
аппаратом (СА) первой ступени турбины
высокого давления (ТВД); 34 – СА
первой ступени ТВД; 7 – внутренний вал

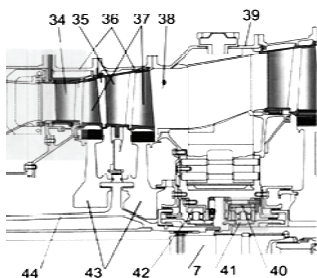


Рис. 7. Турбина высокого давления и
опорный венец ТВД:

34 – СА первой ступени; 35 – СА второй
ступени; 36 – две ступени ТВД;
37 – рабочие лопатки первой и второй
ступени; 38 – термопара замора
температуры газа за ТВД; 39 – корпус
опорного венца ТВД; 40 – масляный
демпфер ротора турбины низкого давления
(ТНД); 41 – передний опорный узел ТНД;
42 – опорный узел ТВД; 43 – диск ротора
ТВД; 44 – вал ротора ТВД

– Расход топливного газа ГТД-10В на режиме нагрузки от 75 до 82 % от номинального значения составил 2650-2750 нм³/час (по сравнению с 3500 нм³/час для ДР59Л на идентичных режимах).

Снижение расхода топливного газа по сравнению с ДР59Л составило 25-30 %, что подтверждает величину расчетного КПД 31,5-32 %.

– Экологические показатели ГТД-10В по выбросам NO_x и СО по результатам замеров на КС практически в полтора-два раза лучше допустимых нормативных величин.

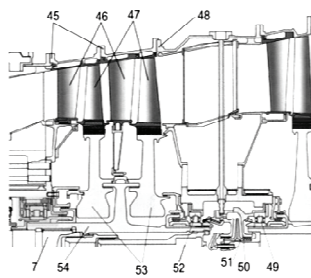


Рис. 8. Турбина низкого давления и
опорный венец ТНД:

45 – две ступени ТНД; 46 – соп-
ловые аппараты третьей и
четвертой ступеней; 47 – рабочие
лопатки; 48 – корпус опорного
венца ТНД; 49 – передний
опорный узел ТНД; 50 – корпус
импеллера; 51 – импеллер;
52 – задний опорный узел ТНД;
53 – диски ротора ТНД; 54 – вал
ротора ТНД; 7 – внутренний вал

Это позволяет с уверенностью утверждать, что:

- сохранение номинальной мощности до температуры наружного воздуха 25 °С надежно обеспечивается;
- расчетный полный ресурс 100000 часов с капитальными ремонтами через 25000 часов обеспечивается, т.к. расчеты на длительную прочность выполнялись для начальной температуры 818 °С.

На данный момент ведутся работы по дальнейшей модернизации двигателя ГТД-10В с целью повышения эксплуатационных и экономических характеристик, а также разработка новых подходов и концепций с целью обновления парка ГТД компрессорных станций.

Максимальный КПД простого цикла в конверсионных ГТУ может достигать 42,8 % в классе мощности 40-50 МВт. Например, ГТУ с LM6000 (GE Energy) мощностью 43 МВт имеет КПД 41,3 % [4].

В настоящее время наиболее полно свои технические и термодинамические возможности ГТД реализуют в энергетических парогазовых установках (ПГУ). В сложном совмещенном термодинамическом цикле Брайтона–Ренкина наиболее эффективно (с наибольшим КПД) энергетически используются возможности высокотемпературного подвода тепловой энергии к рабочей среде (газовая часть цикла) и низкотемпературный его отвод в паровой части при конденсации водяного пара. Такие энергетические установки при оптимизации параметров обеих частей термодинамического цикла в конденсационном режиме работы при номинальной мощности могут иметь КПД более 60 %, что недостижимо в отдельности ни газотурбинной, ни паротурбинной установками. Как показали исследования, парогазовые установки наиболее гибко и эффективно реализуют свои маневренные возможности в полупиковой части графиков электрических нагрузок, а газотурбинные установки – в пиковой их части [4].

Выводы

Работы по конвертированию авиационных и морских газотурбинных двигателей и усовершенствование ранее конвертированных двигателей в новые двигатели для наземных энергетических установок имеют большие перспективы в плане экономического и производственного развития машиностроительных предприятий, а также энергетического развития государств имеющих необходимые ресурсы и возможности применения конвертированных ГТД в составе ГТУ.

Список литературы

1. Использование конвертированных авиационных газотурбинных двигателей: статья / С.Д.Медведев, В.Б. Балякин –Самара: Вестник Самарского государственного университета аэрокосмического имени академика С. П. Королева №3 (19), 2009. С -292 – 298.
2. Некоторые вопросы конвертирования авиационных ГТД / Е.А.Гриценко, А.М. Идельсон // Новые технологические процессы и надежность ГТД: Сб. ЦИАМ. М.: 1992. – С.42-51.

3. Газотурбинные двигатели для использования в газотранспортных сетях/ Государственное предприятие «Научно-производственный комплекс газотурбостроения "Зоря"-Машпроект" – Николаев, 2009. с. 20

4. Газотурбинные двигатели в энергетике: достижения, особенности, возможности: статья / В.М. Ковецкий), Ю.Ю. Ковецкая –Киев: Научный сборник «Проблеми загальної енергетики» 17/2008 – 2008, с. 24-30.

В.А. Парута, к.т.н.
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина)
Е.В. Брынзин, к.т.н.
(ООО «ЮД К», Украина)

Энергосбережение при эксплуатации зданий и сооружений

Значительные теплопотери, при эксплуатации зданий, происходят через стены. Оптимальным решением является использование автоклавного газобетона. При толщине стены 0,4-0,5 м из него, обеспечивается нормативное термическое сопротивление для любого региона Украины.

Для уменьшения теплопотерь, в соответствии с требованиями ДБН «Теплова ізоляція будівель», нормативное термическое сопротивление стеновых конструкций должно составлять $2,8-3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$. При использовании традиционных стеновых материалов (кирпич керамический и силикатный, керамзитобетон, известняк ракушечник), данную проблему решить невозможно. При толщине стены 0,52-0,62 м (нормативные требования 80-90 годов), ее термическое сопротивление составляет лишь $0,84-1,23 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (рис.1). Что предопределяет значительную величину теплового потока [1] т.е. теплопотерь, через ограждающую конструкцию (рис.2).

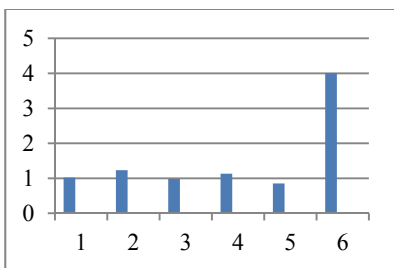


Рис. 1. Термическое сопротивление стены при общепринятых толщинах, $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$

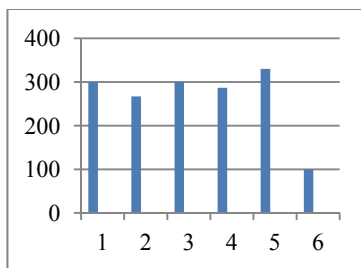


Рис.2. Величина теплового потока через стены при общепринятых толщинах, %

- 1.Керамзитобетон 2.Кирпич керамический пустотелый 3.Кирпич силикатный полнотелый 4. Кирпич силикатный пустотелый 5.Известняк ракушечник 6.Газобетон автоклавный

Для того, чтобы обеспечить нормативное термическое сопротивление, толщина стены должна составлять 1,2-2,5 метра (рис.3), при массе 1 м^2 кладки 1150-4500 кг (рис.4). Это не приемлемо как по техническим, так и по экономическим критериям.

Применение многослойной стеновой конструкции, в которой механическую нагрузку воспринимает стена (кирпич, бетонные блоки, камни

из известняка), а необходимое термическое сопротивление обеспечивают теплоизоляционные материалы (пенополистирольные, минераловатные и др.) также не эффективно (рис.5).

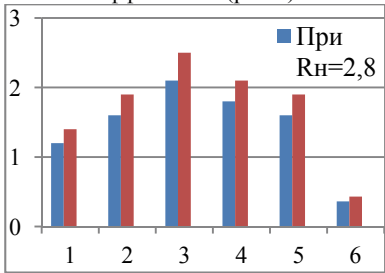


Рис. 3. Толщина стены, обеспечивающая нормативное термическое сопротивление, м

- 1.Керамзитобетон 2.Кирпич керамический пустотелый 3.Кирпич силикатный полнотелый 4. Кирпич силикатный пустотелый 5.Известняк ракушечник 6.Газобетон автоклавный

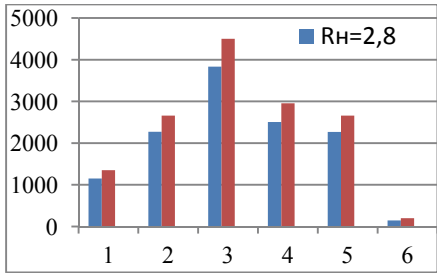


Рис. 4. Масса 1 м² кладки, при толщине, обеспечивающей нормативное термическое сопротивление, кг

Недостатком такого решения является сложность конструкции, низкая производительность труда, повышенная стоимость (рис.6), малая долговечность системы утепления по отношению к стеновой конструкции.

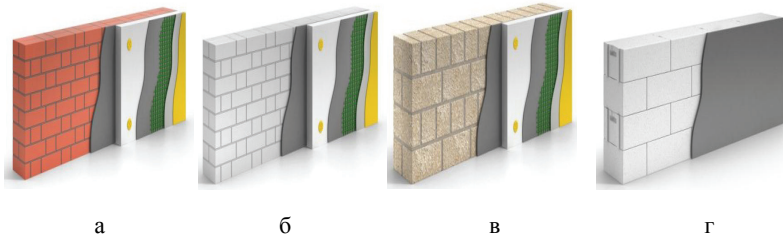


Рис. 5.Стеновая конструкция с дополнительной теплоизоляцией
а) кирпич керамический б) кирпич силикатный в) известняк ракушечник г) стена из автоклавного газобетона без утепления

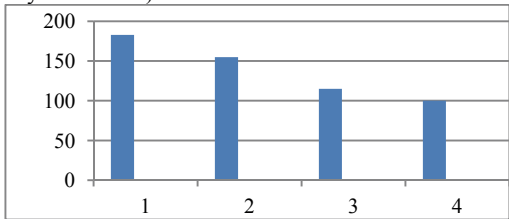


Рис. 6. Затраты на 1 м2 стены, %
а) кирпич керамический; б) кирпич силикатный; в) известняк-ракушечник; г) стена из автоклавного газобетона без утепления

Оптимальным решением проблемы является возведение стеновой конструкции из автоклавного газобетона. При применении блоков D400, с толщиной 0,375-0,5 м обеспечивается термическое сопротивление 3,1-4,0 м²·К/Вт, удовлетворяющее нормативным требованиям любого региона Украины (рис.1).

Выводы

Для уменьшения теплотер, при эксплуатации, необходимо возводить новые здания с термическим сопротивлением стеновых конструкций 2,8-3,3 м²·К/Вт. Для этого можно использовать многослойные стеновые конструкции, в которых механическую нагрузку воспринимает стена (кирпич, бетонные блоки, камни из известняка), а необходимое термическое сопротивление обеспечивают теплоизоляционные материалы (пенополистирольные, минераловатные и др.) также не эффективно.

Оптимальным решением проблемы является возведение стеновой конструкции из автоклавного газобетона. При применении блоков D400, с толщиной 0,375-0,5 м обеспечивается термическое сопротивление 3,1-4,0 м²·К/Вт, удовлетворяющее нормативным требованиям любого региона Украины.

Список литературы

1. А.С. Горшков Пути повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий / А.С. Горшков, А. Войлоков Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий» Санкт-Петербург -2009 с.47-51
2. Старчук В.Н. Питання оптимізації та індустріалізації влаштування зовнішніх стін в сучасному житловому будівництві / Старчук В.Н., Старчук Т.В., Старчук Я.В. Науково-технічний збірник НДІБМВ, ДНДІСТ Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка –2012.-№46.– С. 115-119
3. Парута В.А. Теоретические предпосылки оптимизации рецептурно-технологических параметров штукатурных растворов для стен, выполненных из газобетонных блоков / Парута В.А., Саевский А.А., Семина Ю.А., Столяр Е.А., Устенко А.В. // Инженерно-строительный журнал №8(34) -2012, Санкт Петербург. С.30-36
4. Григоровский П.Е. Технические решения стен многоэтажных зданий из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения / Григоровский П.Е., Франковский А.А., Парута В.А. и др. НИИСП, Киев, -2011, 189с.
5. Буравченко С.Г. Посібник з проектування малоповерхових будівель з автоклавного бетону з альбомом технічних рішень. / Буравченко С.Г., Парута В.А. и др.. УкрНДІПротивісільбуд, Киев, 2011, 163с.

Аварійне джерело живлення

Динамічні джерела безперебійного живлення дозволяє вирішити проблему забезпечення електроживленням критичного навантаження при аваріях в системі електропостачання і дозволяють підвищити якість електричної енергії за рахунок режиму «вентиляції» електромережі.

Найважливішим чинником забезпечення безпеки польотів в аеропорту є безперебійне електропостачання з необхідною якістю електроживлення всіх його систем. Оскільки більшість споживачів аеропорту відносяться до споживачів особливої групи першої категорії, то для забезпечення їх електроживленням використовуються два незалежні централізовані входи і аварійне джерело електричної енергії. До найбільш перспективних аварійних джерел електроенергії слід віднести динамічні джерела безперебійного живлення (ДБЖ) [1]. Основними модулями ДБЖ є акумулятор кінетичної енергії і синхронна машина.

За наявності зовнішнього електроживлення синхронна машина ДБЖ працює в режимі електродвигуна, підтримуючи обертання маховика. При виході параметрів мережі за встановлені межі вона переводиться в генераторний режим - режим «вентиляції мережі», підтримуючи на навантаженні безперервну синусоїдальну напругу. Джерелом енергії цьому режимі є маховик (акумулятор кінетичної енергії), завдяки якому зберігається стійка частота обертання валу ротора синхронної електричної машини. Кінетична енергія обертання маховика може досягати значень 16 Мдж [2].

Для підвищення величини кінетичної енергії і часу роботи ДБЖ без запуску дизельного двигуна пропонується принципово нова конструкція, в якій суміщені функції накопичувача кінетичної енергії і генератора [3].

Конструктивна схема накопичувача електричної енергії наведена на рис 1. Накопичувач електричної енергії містить: зовнішній ротор 1, внутрішній ротор 2, машину живлення 3.

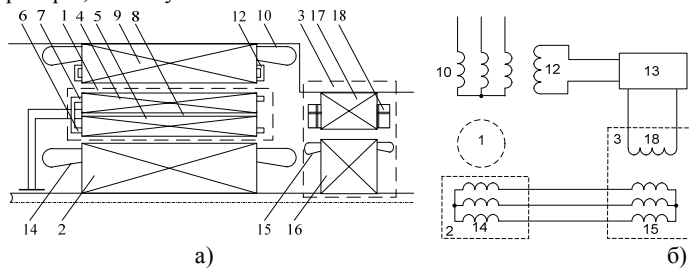


Рис. 1 Джерело безперебійного живлення

Зовнішній (рис. 1 а,б) ротор 1 виконується у вигляді двох циліндрів 4 і 5 з феромагнітного матеріалу має на внутрішній і зовнішній поверхнях пази, в яких розміщені короткозамкнені обмотки 6 і 7, сполучені між собою з одного боку, а з іншого боку – замкнуті кільцями накоротко. Між циліндрами 4 і 5 розміщений порожнистий циліндр 8 з немагнітного сплаву.

У пазах статора 9 накопичувача, фиг.2, який виконується шихтованим із листів електротехнічної сталі, укладена трифазна обмотка 10 з числом пар полюсів рівним одиниці. Для регулювання вихідної напруги на статорі 9 є магнітний шунт 11, який охоплений тороїдальною обмоткою 12, підключеною до блоку регулювання 13.

Внутрішній ротор 2 має на зовнішній поверхні пази, в яких розміщена трифазна обмотка 14 з числом пар полюсів рівним двом. Обмотка 14 підключена до трифазної обмотки 15, ротора 16 машини живлення 3, яка має число пар полюсів, що дорівнює двом. На статорі 17 машини живлення 3 є полюси з обмоткою збудження 18. Обмотка збудження 18 підключена до джерела постійного струму через блок регулювання 13, фиг.3. Машина живлення 3 працює як синхронний генератор. Внутрішній ротор 2 і ротор 16 машин живлення 3 об'єднані на одному валу і сполучені з синхронним двигуном і дизелем.

Робота аварійного генераторного агрегату відбувається таким чином:

За наявності живлення мережі обмотка статора 10 створює магнітний потік, що обертається. В результаті в короткозамкненої обмотці 7 зовнішнього ротора 1 індукуються електрорушійна сила, під дією якої в обмотці протікає струм. Таким чином, на зовнішній ротор починає діяти електромагнітний момент, і зовнішній ротор приходить в обертання. Одночасно з цим синхронний двигун приводить в обертання внутрішній ротор 2 і машину живлення 3.

При подачі живлення на обмотку збудження 18 машини живлення 13 через блок регулювання 13 і відключення живлення з обмотки статора 10 накопичувача кінетичної енергії, зовнішній ротор 1 обертатися із швидкістю близької до 3000 об/хв.

Оскільки внутрішній ротор обертається із швидкістю 1500 об/хв і в його обмотці 14 наводиться електрорушійна сила з частотою 50 Гц, то магнітне поле, що створюється трифазною обмоткою 14 внутрішнього ротора, обертається відносно статора 9 із швидкістю 3000 об/хв. Враховуючи, що в стрижнях 6 внутрішнього ротора наводиться ЕРС, то протікають струми, які створюють магнітне поле, що обертається синхронно з полем внутрішнього ротора, тобто з частотою 3000 об/хв відносно статора накопичувача кінетичної енергії.

Струми, які протікають по стрижнях 7 зовнішнього ротора 1 створюють магнітний потік, що обертається із швидкістю 3000 об/хв. відносно статора 9. Потік, пересікаючи обмотку 10 статора 9, наводить в ній ЕРС частотою 50 Гц:

В разі відсутності напруги в мережі (аварійний режим) з обмотки 10 статора 9 накопичувача кінетичної енергії знімається напруга з частотою 50 Гц. Зовнішній ротор 1 накопичувача кінетичної енергії гальмується, тобто

відбувається перетворення накопиченої кінетичної енергії в електричну енергію статора і механічну енергію внутрішнього ротора. Швидкість обертання внутрішнього ротора 2 підтримується постійною, за рахунок зміни струму в трифазній обмотці 14, через зміну струму в обмотці збудження 18 машини живлення 3.

Незважаючи на те, що оберти зовнішнього ротора 1 падають, швидкість обертання поля, що створюється струмами, що протікають по стрижнях 7 зовнішнього ротора 1, дорівнює швидкості обертання поля, яке створюється струмами, що протікають по стрижнях 6, тобто 3000 об/хв. відносно статора.

Звідси витікає, що частота напруги у фазній обмотці 10 статора 9, не залежить від частоти обертання зовнішнього ротора 1 накопичувача кінетичної енергії.

Накопичувач кінетичної енергії у порівнянні з прототипом має більший зовнішній діаметр і масу, за рахунок виконання його у вигляді двох феромагнітних циліндрів з короткозамкненими обмотками, а значить, володіє можливістю накопичувати більшу кінетичну енергію. Крім того, відсутність на загальному валу синхронного генератора, дозволяє довготривало підтримувати стабільну швидкість обертання внутрішнього ротора, тим самим значно збільшуючи час роботи аварійного генераторного агрегату без включення дизеля.

Для вимкнення магнітного зв'язку між внутрішнім 5 і зовнішнім 4 циліндрами зовнішнього ротора 1 вони розділені циліндром з немагнітного сплаву 8.

Для підтримки стабільної напруги аварійного генераторного агрегат використовується тороїдальна обмотка підмагнічування 12 статора 9. Змінюючи струм в обмотці підмагнічування 12, через блок регулювання 13, змінюємо магнітний опір магнітного шунта 11, фиг. 3. Це призводить до зміни основного магнітного потоку статора 9, а значить і напруги в трифазній обмотці 10.

Накопичувач кінетичної енергії являє собою асинхронну машину з статором, що обертається, і ротором оберненого виконання. Так як в короткозамкнених обмотках зовнішнього ротора ЕРС наводиться в результаті обертання магнітного поля створюваного струмами, що протікають по трифазним обмоткам внутрішнього ротора, який виконує функцію статора асинхронної машини, і обертання самого ротора, то схема заміщення кінетичного накопичувача енергії буде відрізнятися від схеми заміщення асинхронної машини.

Система рівнянь балансу напруг для кола внутрішнього і зовнішнього ротора і рівняння для магніторухливих сил накопичувача енергії має вигляд як асинхронної машини.

Враховуючи, що величина ЕРС в короткозамкненій обмотці зовнішнього ротора залежить від частоти обертання внутрішнього ротора, умовно представимо величину ЕРС в наступному вигляді:

$$\dot{E}_2 = \dot{E}_{2s} + \dot{E}_{2op},$$

де $\dot{E}_{2s} = 4.44 f_{2s} k_{o6} W_2 \dot{\Phi}$ - трансформаторна ЕРС в обмотці зовнішнього ротора, $\dot{E}_{2op} = 4.44 f_{2op} k_{o6} W_2 \dot{\Phi}$ - ЕРС обертання ротора

Якщо перейти до нерухомих зовнішнього та внутрішнього роторам з урахуванням введення умовного ковзання ($s' = \frac{n_l - n_{en}}{n_l}$), отримуємо рівняння

накопичувача кінетичної енергії:

$$\begin{aligned}\dot{U}_l &= -\dot{E}_l + \dot{I}_l R_l + j \dot{I} X_l \\ \dot{E}_{22} &= \dot{I}_2 \frac{R_2}{1+s-s'} + j \dot{I}_2 X_{22} \frac{s}{1+s-s'} : \\ \dot{I}_0 m_l W_l k_{o6l} &= \dot{I}_l m_l W_l k_{o6l} + \dot{I}_2 m_2 W_2 k_{o62}\end{aligned}$$

де: \dot{E}_{22} - ЕРС в обмотці зовнішнього ротора при частоті f_l .

Після приведення параметрів обмотки зовнішнього ротора до параметрів обмотки внутрішнього ротора отримуємо рівняння накопичувача енергії в наведеному вигляді.

$$\begin{aligned}\dot{U}_l &= -\dot{E}_l + \dot{I}_l R_l + j \dot{I} X_l \\ \dot{E}'_{22} &= I'_2 R'_2 + j \dot{I}'_2 X'_{22} + \dot{I}'_2 R'_2 \frac{1+\bar{S}}{\bar{S} + 2n_{омл}} - j \dot{I}'_2 X'_{22} \frac{n_{омл}}{\bar{S} + 2n_{омл}} \\ \dot{I}_0 &= \dot{I}_l + \dot{I}'_2\end{aligned}$$

де: $\frac{n_l - n_u}{n_l} = \bar{S}$ - основне ковзання, $\frac{n_{en}}{n_l} = n_{омл}$ - відносна швидкість

обертання зовнішнього ротора отримуємо рівняння накопичувача енергії:

Аналіз рівнянь показує, що накопичення кінетичної енергії умовно представлено в вигляді накопичення електричної енергії в конденсаторі.

Висновки

1. Використання ДБЖ дозволить забезпечити живленням критичні і споживачі при нульовому часі перемикавання та реалізувати режим «вентиляції мережі» з підвищенням коефіцієнта потужності.

2. Перетворення рівнянь електричного рівновазі і введення поняття умовного ковзання дозволяють математично описати енергетичні процеси які відбуваються у накопичувачі кінетичної енергії.

Список літератури

1. Динамический дизельный источник бесперебойного питания. Simross. Современные электротехнические решения.
2. А.И. Бучинчик. Динамические источники бесперебойного питания. Турбины и дизели. №6 с.49-51.
3. Тихонов В.В., Соколова Н.П. Аварийный генераторный агрегат. Патент № 94252 Україна, МПК H02K 16/00. - 10.11.2014, бюл. 21

М.П. Кравчук, Т.В. Кравчук, Д.С. Путченко
(Національний авіаційний університет, Україна)

Комплексне альтернативне джерело електричної енергії

У роботі розглянуто нове комплексне альтернативне джерело, яке поєднує два відновлювальні види енергії: сонячну та вітрову; досліджено ефективність роботи комплексного альтернативного джерела електричної енергії залежно від порогової швидкості вітру, форми ротора і розміщення сонячних панелей.

Використання сонячних панелей в парі з вітровою установкою буде ефективним з точки зору зменшення порогової швидкості вітру, необхідної для виходу установки на номінальну частоту обертання. Сонячні панелі розташовуються на верхній частині кожної лопасті, а під час обертання утворюють півколо, тим самим збільшуючи ефективну площу для потрапляння сонячних променів. Актуальність гелікоїдного вітрогенератора полягає в конструктивних особливостях, завдяки яким отримано більшу плавність механізму, зображеного на рис. 1. Лопасті такої установки будуть обертатись при будь-якому напрямі вітрового потоку завдяки їх вертикальному розміщенню.

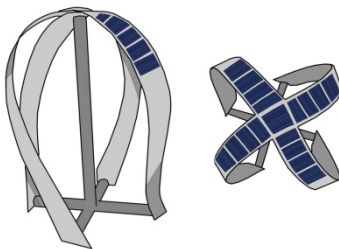


Рис. 1. Ефективні лопасті сонячно-вітрової установки

Вертикальні вітряки забезпечені трьома – чотирма опуклими лопастями без певної аеродинамічної спрямованості. Вони монтуються в нижній і верхній точках осі ротора та можуть встановлюватися на окремих стовпах або підготовленому фундаменті, який розміщений на рівній поверхні землі.

У комплексному альтернативному джерелі електричної енергії пропонується використовувати фотомодулі, які вироблені за технологією *HIT* (гетероперехід з внутрішнім тонким шаром) з використанням декількох шарів, аналогічно тандемним багатошаровим коміркам. ККД таких елементів з монокристалічного *C-Si* і декількох шарів нанокристалічного *nC-Si* - 23%. Це найвищий на сьогодні показник ККД комірок серійних кристалічних модулів.

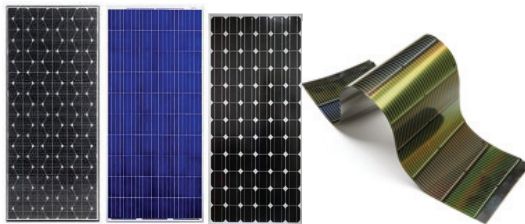


Рис. 2. Тонкоплівкові сонячні батареї вітрової лопасті

В якості фотомодуля пропонується використовувати один із трьох сучасних типів неорганічних плівкових сонячних елементів - кремнієві плівки на основі аморфного кремнію (*a-Si*), плівки на основі телуриду кадмію (*CdTe*) і плівки селеніду міді-індію-галію (*CuInGaSe₂*, або *CIGS*). ККД сучасних тонкоплівкових сонячних батарей на основі аморфного кремнію близько 10%, фотомодулів на основі телуриду кадмію - 10-11%, на основі селеніду міді-індію-галію - 12-13%. Показники ефективності перед серійних елементів: *CdTe* мають ККД 15,7% (модулі *MiaSole*), а *CIGS* елементів 18,7% (*EMPA*). ККД окремих тонкоплівкових сонячних батарей значно вище, наприклад, дані по продуктивності лабораторних зразків елементів з аморфного кремнію - 12,2% (компанія *United Solar*), *CdTe* елементів - 17,3% (*First Solar*), *CIGS* елементів - 20,5% (*ZSW*).

Висновки

В результаті роботи над створенням комплексного альтернативного джерела електричної енергії визначено основні переваги: нормально працює в умовах снігопадів і обмерзання; самостійно починають обертатися при швидкості вітру 0,2-0,5 м/с; номінальну потужність при швидкості всього 3-4 м/с; безшумність руху обертових деталей, при будь-якому вітрі; без флюгерної системи, СВЕУ легко ловить різноспрямований вітер; відносно невелика робоча швидкість обертання, до 200 об/хв.; працездатність всіх підшипників механізму, збільшує термін між обслуговуваннями установки; вертикальна СВЕУ дозволяє використовувати будь-який низовий вітер, турбулентність, протяг вздовж вулиці або між багатоповерхівками.

Список літератури

1. Горелов Д. Н. Аналогия между машущим крылом и ветроколесом с вертикальной осью вращения// Прикладная механика и техническая физика. Т. 10 – 2009. – № 2.
2. Сонячна енергетика: теорія та практика : монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 340 с. : іл. – Бібліогр.: с. 323-337.

Б.Е. Журиленко, к.ф.-м.н.
(Национальный авиационный университет, Украина)

Возможность сохранения электроэнергии на выбранной тяговой силе при использовании электродвигателей на транспорте

В результате выполненной работы показана возможность экономии электроэнергии автономных источников питания на выбранной тяговой силе при использовании электродвигателей на транспорте. Показано, что происходит уменьшение потребления электроэнергии, если радиус ротора электродвигателя превышает радиус движителя.

В настоящее время развитие транспортных систем идет в направлении использования электрических машин. Использование электрических машин улучшает экологическую обстановку и способствует экономии нефтяных ресурсов. Широкое развитие по использованию электроэнергии получает легковой автомобильный транспорт в виде гибридных автомобилей и электромобилей. Наблюдается использование электродвигателей и в авиации. В последнее время, особенно сильное развитие получили малые беспилотные летательные аппараты (МБПЛА), у которых в большей степени в качестве двигателей используют электрические машины с воздушными винтами. Осуществлена попытка создания самолета на электродвигателях с автономными источниками питания и подзаряжающими их фотоэлементами по крыльям и корпусу самолета. Последние испытания показали, что для такой конструкции самолет совершил достаточно длительный перелет.

Дальнейшее развитие транспорта с использованием электроэнергии упирается в наличие автономных энергоемких источников питания с быстрой подзарядкой. Но даже наличие энергоемких источников питания не исключает рассмотрения вопросов экономичного использования электроэнергии при эксплуатации электрических транспортных систем.

В связи с этим в данной работе рассматривается возможность экономии электроэнергии автономных источников питания в различных конструкциях электрического двигателя.

При движении автомобиля тяговая сила на ведущих колесах в каждый данный момент равна сумме внешних сил сопротивления, то есть силе сопротивления качению, силе сопротивления воздуха, силе сопротивления подъему и силе сопротивления разгону. Если это равенство записать в виде формулы, то получим тяговый баланс автомобиля. Изменение тяговой силы, подводимой к ведущим колесам, зависит от скорости движения автомобиля и передачи в коробке передач. Максимальная тяговая сила достигается на первой передаче. На каждой из передач тяговая сила имеет максимальное значение при определенной скорости, снижаясь далее с повышением скорости движения. Такой характер изменения тяговой силы определяется характером изменения крутящего момента M_e двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в зависимости от скорости вращения коленчатого вала.

Учет всех сил, действующих на автомобиль, позволяет заранее рассчитать эксплуатационные качества автомобиля. Для двигателей внутреннего сгорания это же можно сделать, рассматривая не силу, а мощность двигателя. Движение автомобиля происходит за счет мощности, получаемой от двигателя. Мощность двигателей внутреннего сгорания изменяется в зависимости от количества топлива, подаваемого в камеру сгорания, и, как следствия, скорости вращения коленчатого вала. В данном случае от скорости изменяется и крутящий момент. Поскольку автомобиль – это комплексный механизм, на крутящий момент двигателя влияет ряд характеристик других узлов и агрегатов. Ведущие колеса автомобиля будут получать максимальное тяговое усилие лишь в тот момент, когда взаимодействие механизмов является оптимальным. Пик крутящего момента достигается на таких оборотах двигателя, когда наполнение камеры сгорания рабочей смесью, сжигание продуктов горения и вывод отработавших газов осуществляется с минимальными механическими потерями. Для каждого двигателя этот параметр колеблется в зависимости от конструктивных особенностей и типа используемого топлива. Так же известно, что тяговое усилие на колесах не прямо пропорционально количеству оборотов либо мощности. Двигатель достигает пика крутящего момента и пика мощности на разных оборотах.

Использование электродвигателя в автомобильном транспорте позволяет получить максимальный крутящий момент при нулевых оборотах ротора — сразу при включении двигателя. Значит, уже на месте при включении электромоторов можно получить максимальный крутящий момент на колесах. У поршневых моторов максимальный крутящий момент достигается при 3500—4000 об/мин, поэтому им, чтобы получить необходимую тяговую силу, нужна 5—7 ступенчатая коробка передач.

Существует [1,2] три основные схемы устройства автомобильных гибридных силовых установок: последовательная, параллельная и смешанная. Последовательная гибридная схема появилась первой в 1899 году, но в легковых автомобилях распространена меньше. В последовательной схеме колёса приводит в движение электромотор, а малолитражный ДВС крутит генератор, вырабатывающий электроэнергию. Тут отсутствует необходимость в коробке передач и мощном двигателе внутреннего сгорания. Зато требуются аккумуляторы большой ёмкости.

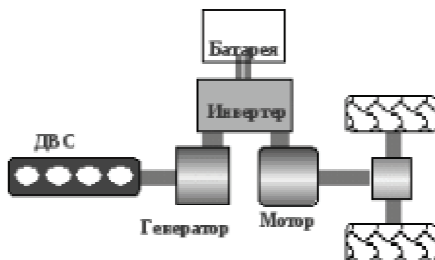


Рис.1 Последовательная гибридная схема

Рассмотрим экономию электроэнергии именно в такой гибридной схеме, поскольку она наиболее просто и дешево может быть реализована на практике в производстве. Кроме того, по похожей и упрощенной схеме собраны самолет и МБПЛА.

Пусть мощность электрического двигателя будет P . Тогда, при постоянной угловой скорости ω , двигатель будет развивать момент $M=P/\omega$. Считаем, что связь колес автомобиля с валом двигателя прямая без передач. Тяговая сила в месте контакта колес с дорогой будет

$$M = r_p \cdot F_p = r_k \cdot F_{\text{тяги}}; \text{ или } F_{\text{тяги}} = \frac{r_p}{r_k} \cdot F_p. \quad (1)$$

где r_p – радиус ротора, F_p – электромагнитная сила, действующая на обмотку ротора, r_k – радиус колеса до контакта с дорогой, $F_{\text{тяги}}$ – тяговая сила. Из выражения (1) видно, что при одной и той же угловой скорости вращения ротора и потребляемой мощности, тяговая сила зависит от отношения радиусов ротора к колесу. Следовательно, при отсутствии передач тяговая сила может быть увеличена в $\frac{r_p}{r_k}$ раз без увеличения мощности двигателя, если $r_p > r_k$. При радиусе $r_p < r_k$ необходимо увеличивать вращающий момент, чтобы обеспечить необходимую силу тяги. Вращающий момент $r_p \cdot F_p$ можно увеличить, если увеличить силу тока в цепи ротора. Для двигателя с разными радиусами роторов можно записать

$$M_1 = r_{p1} \cdot F_p = c \cdot \Phi \cdot I_1, \quad M_2 = r_{p2} \cdot F_p = c \cdot \Phi \cdot I_2. \quad (2)$$

Если двигатели конструктивно выполнены одинаково $c \cdot \Phi = const$, то можно определить уменьшение электрического тока с автономного источника питания при одинаковой электромагнитной и тяговой силе. Выражения (2) поделим одно на другое, получим

$$\frac{r_{p1}}{r_{p2}} = \frac{I_1}{I_2}, \quad \text{отсюда } I_2 = \frac{r_{p2}}{r_{p1}} \cdot I_1. \quad (3)$$

Из выражения (3) можно сделать следующее заключение, если радиус ротора электродвигателя $r_{p1} > r_{p2}$, то время работы такого электродвигателя от автономного аккумуляторного источника питания будет в $\frac{r_{p1}}{r_{p2}}$ раза дольше, чем от электродвигателя с радиусом r_{p2} .

Аналогичные выводы можно сделать и для воздушных винтов самолета [3] и МБПЛА.

Из рис.2а видно, что результирующая аэродинамическая сила R приложена внутри воздушного винта. Если ротор выполнить в виде кольца, соединяющего верхние концы воздушного винта, то есть чтобы ротор располагался по пунктирной линии (рис.2а), то для самолета с электродвигателем или МБПЛА появляется возможность экономии энергоресурса автономного источника питания при выбранной силе тяги. Катушки статора электродвигателя можно расположить в профилированном корпусе (рис.2б), причем, изготавливая два статора, можно сделать двухрядный закопотированный вентилятор противоположного вращения не требующий редукторов. Скорость вращения лопастей двухрядного вентилятора может регулироваться специальными инверторными преобразователями от автономного источника питания.

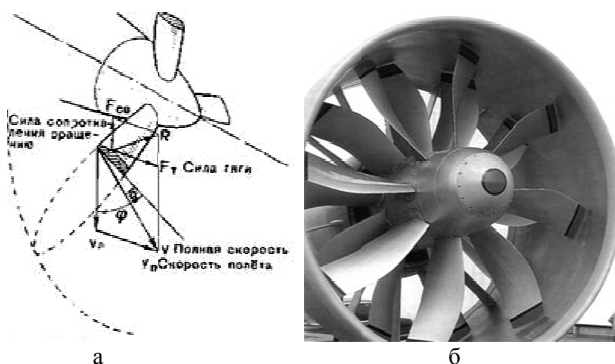


Рис.2. а - Схема аэродинамических сил, действующих на лопасть винта в полете, б – Двигатель НК-93

Выводы. В результате выполненной работы показана возможность экономии электроэнергии на выбранной тяговой силе при использовании электродвигателей на транспорте. Показано, что происходит уменьшение потребления электроэнергии, если радиус ротора электродвигателя превышает радиус движителя. Причем, при использовании аккумуляторных батарей питания продолжительность работы источников питания увеличится пропорционально отношению их радиусов ротора к движителю.

Результаты данной работы в большей степени актуальны для самолетных электродвигателей и МБПЛА, чем для гибридного автомобильного транспорта, потому что на практике реализация большого радиуса ротора электродвигателя самолета или МБПЛА к радиусу тяговой силы вентилятора будет намного проще. В этом случае в профильном корпусе устанавливается статор электродвигателя, а вентилятор изготавливается в виде ротора (рис.26).

Список литературы

1. Токмакова Н.М. Гибридный автомобиль [Электронный ресурс]. – 2011 – Режим доступа к ресурсу: http://e.cargarages.ru/index.php?sa=X&topic=186.0&ved=0CCMQ9QEoADAMOGRqFQoTCPrv77b3_MYCFUG-FAodZLQKHQ
2. Захаренко А.Б. Оптимизация проектирования тихоходного вентильного двигателя с двумя индукторами для привода мотор–колеса/ А.Б.Захаренко, А.Ф. Авдонин // Электротехника. – 1999. – № 12. – с. 6 – 13
3. Надежин Н. Теория воздушного винта: от первых пропеллеров к эффективным агрегатам будущего [Электронный ресурс]. – 2014 – Режим доступа к ресурсу: http://olymp.as-club.ru/publ/arkhiv_rabot/dvenadcataja_olimpiada_2014_15_uch_god/proektirovani_e_i_izgotovlenie_mekhanizma_po_uvelicheniju_koefficienta_poleznogo_dejstvija_vozdushnogo_vinta_aviacionnoj_modeli/34-1-0-1275

*А.И. Чурина, к.т.н.
(Национальный авиационный университет, Украина)*

Нечеткая оптимизация эргатических электроэнергетических систем

Рассмотрены оптимизационные задачи сложных электроэнергетических систем, энергоэффективное решение которых реализуется методами нечеткой оптимизации.

Энергетическую систему можно рассматривать как большую сложную систему кибернетического типа.

В электроэнергетике осуществляется поиск решения задач, реализующих не только математические модели, алгоритм которых не предусматривает жесткого выполнения программы, но и модели эргатической задачи. Алгоритм решения эргатической задачи предусматривает в процессе исследования непосредственное участие человека – оператора. В эргатической модели отклонение от предусмотренной алгоритмом ситуации корректируется человеком – оператором.

В энергетике в процессе исследования сложных электроэнергетических систем при оптимизирующем регулировании применяется метод кибернетического моделирования. В основу данного метода положен один из фундаментальных принципов кибернетики, который состоит в следующем: изучение системы основывается на исследовании ее поведения, то есть на наблюдении за состоянием выхода системы при воздействиях на входах, заданных внешней средой. Кибернетическое моделирование является актуальным методом энергоэффективного решения оптимизационных задач электроэнергетики.

Таким образом, кибернетическое моделирование раскрывает функциональную зависимость системы от воздействий внешней среды. При этом анализируются прежде всего открытые системы, которые находятся под воздействием внешней среды и реагируют на это воздействие. При данном виде моделирования процессы, происходящие внутри системы, не рассматриваются, влияние реакции системы на внешнюю среду не учитывается.

Решение оптимизационной задачи принятия решений в сложных системах требует решения следующих подзадач:

- 1) определения критерия оптимальности;
- 2) адекватного формализованного представления процесса электропотребления;
- 3) выбор способа реализации математической модели.

В оптимизационной задаче электроэнергетики в качестве уравнений - ограничений составляется баланс мощности. Нарушение баланса активной мощности приводит к нарушению качества электрической энергии.

Для каждой установки имеется номинальное значение частоты и напряжения, оптимальное их значение, которое соответствует минимуму

затрат потребителя, а также технические пределы отклонений от номинального значения. Чем больше допустимые отклонения качественных показателей от оптимальных значений, тем меньше затраты в энергосистеме, но тем больше ущерб потребителей.

Оптимизационные задачи, рассматриваемые при проектировании и эксплуатации сложных технических систем, решаются методами математического программирования.

С эргономической точки зрения, информационная подготовка принятия решений в сложных системах состоит из внешнего и внутреннего информационного обеспечения. Задачей внешнего информационного обеспечения является отбор необходимой информации и выбор способов ее оптимального представления. Внутреннее информационное обеспечение представляет процедуры классификации и обобщения информации о текущих ситуациях, построение оперативных моделей деятельности. Таким образом, внешнее информационное обеспечение осуществляется при априорной подготовке принятия решения, внутреннее – при решении конкретных оперативных задач [1].

Особенностью принятия решений являются неопределенности, проявляющиеся в отсутствии априорной информации о возможности реализации состояний системы. Основой поиска эффективного решения в условиях неопределенности является определение компромисса между эффективностью и устойчивостью решения.

Оптимизационные задачи электроэнергетики являются конечномерными задачами оптимизации.

Оптимизационная задача минимизации решается при проектировании системы электроснабжения по минимуму финансовых затрат. Как следствие, ставится задача определения оптимальной мощности компенсирующих устройств, которые соответствуют минимуму суммарных затрат. В настоящее время предлагаются градиентные методы решения данной задачи.

На высших иерархических уровнях электроэнергетической системы поиск оптимального решения целесообразно моделировать при помощи эвристических схем градиентного спуска, что является эвристическими модификациями градиентных методов.

Сходимость численных методов поиска экстремума функций многих переменных вследствие их эвристического характера не достаточно исследована, однако, эти методы целесообразно применять для решения задач безусловной оптимизации. Отмечено, что они обладают более высокой вычислительной эффективностью в сравнении с классическими градиентными методами [2].

Математическая модель транспортной задачи реализуется при решении оптимизационных задач электроэнергетики, в которых оптимизируются затраты на реализацию схемы электрической сети. В транспортной задаче электроэнергетики под продуктом подразумевается электрическая мощность, передаваемая от источников питания к потребителям по линиям электропередачи. Источниками питания являются электрические станции или подстанции, потребителями – промышленные, городские,

сельскохозяйственные потребители электроэнергии. Допустимое решение транспортной задачи электроэнергетики может быть получено в соответствии с методом потенциалов. Реализацией алгоритма решения транспортной задачи является оптимальная схема электрической сети [5].

Алгоритм выбора компромиссного решения может быть представлен как [2]:

$$x^0 = \arg \max_{x \in X} \sum_{i=1}^2 a_i k_i(x);$$

$$\sum_{i=1}^2 a_i = 1,$$

где x^0 – опорное решение;

X – допустимое множество решений;

$k_1(x)$, $k_2(x)$ – критерии, характеризующие эффект и устойчивость решений соответственно.

Выбор значений весовых коэффициентов a_i в виде интервальных значений и нечетких множеств определяет вид критерия принятия решений.

Для поиска оптимального решения задачи принятия решений в условиях неопределенности целесообразно применять методы нечеткого математического программирования и эвристического программирования [2-4].

При математическом моделировании задач принятия решений в условиях неопределенности нечеткость выражается в форме нечеткого описания целевой функции, ограничений и параметров, от которых они зависят.

Нечеткий вариант задачи НМП:

$$\max f(x), g_i(x) \leq 0, x \in X$$

может быть реализован при:

- 1) смягчении ограничений;
- 2) $f(x) \geq z_0$, $g_i \leq 0$, $x \in X$,

где знак \sim означает нечеткое выполнение ограничений.

То есть, вместо максимизации целевой функции следует стремиться достичь некоторого заданного значения z_0 данной функции.

Адаптивной математической моделью принятия решений в условиях неопределенности является алгоритм многокритериального нелинейного программирования (МКНП) с нечеткими параметрами.

В общем случае задача МКНП представляет собой задачу векторной оптимизации, которая может быть представлена как [3]:

$$\text{минимизировать } f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)]$$

$$\text{при ограничениях } x \in X = \{x \in R^n, g_j(x) \leq 0, j = \overline{1, m}\},$$

где X – n - мерный вектор переменных решения;

$[f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)]$ – k разных целевых функций;

$[g_1(x), g_2(x), \dots, g_m(x) \leq 0]$ – множество допустимых решений.

Оптимизационная задача распределения суммарной активной мощности потребителей энергосистемы между электрическими станциями является задачей нелинейного программирования, которая решается методом Лагранжа.

Поиск оптимального решения в условиях неопределенности применительно к оптимизационным задачам электроэнергетики осуществляется применением вычислительного аппарата теории игр. Неопределенной информацией является перспективный рост мощностей в развивающейся электроэнергетической системе, для которой требуется определить оптимальный объем ввода генерирующих мощностей электростанций [5].

Выводы

1. Адаптивной математической моделью принятия решений в условиях неопределенности является алгоритм многокритериального нелинейного программирования (МКНП) с нечеткими параметрами.

2. При оптимизации режима электрической сети за счет наличия степеней свободы параметров режима выбирают такие их значения, которые обеспечивают минимум потерь активной мощности в сети.

Список литературы

1. Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. – Монография. Севастополь, 2004. – 318 с.

2. Е.Г. Петров, М.В. Новожилова, І.З. Гребеннік. Методи і засоби прийняття рішень у соціально – економічних системах. Навч. посібник./ За ред. Е.Г. Петрова.- К.; “Техніка”, - 2004, 256 с.

3. Ю.П. Зайченко. Исследование операций: нечеткая оптимизация .- Вища школа, 1991. – 120 с.

4. А.В. Коффман. Введение в теорию нечетких множеств.- М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

5. В.Н. Костин. Оптимизационные задачи электроэнергетики: Учеб. пособие.- СПб.: СЗТУ, 2003 – 120 с.

*А.П.Щербань,
Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"
В.Ю. Ларін,
Національний авіаційний університет*

Алгоритм оцінки стану літій-полімерної акумуляторної батареї на безпілотному повітряному судні

Всі сучасні пристрої, які відносяться до сфери високих технологій використовують перезаряджуванні джерела електричного струму (ПАДЕ). Однією з актуальних задач при використанні ПАДЕ є завдання вимірювання/(контролю рівня заряду/розряду цих джерел електроенергії для безпілотних (або дистанційно-пілотованих) літальних апаратів.

Акумулятор є електрохімічної системою, в якій реалізуються функції накопичувача електричної енергії. Вони застосовуються в тих випадках, коли згідно з умовами роботи обладнання необхідно забезпечення автономного режиму роботи. У нашому випадку акумулятор розглядається як засіб живлення двигуна безпілотного літального апарату (БПЛА) - основного споживача енергії акумулятора, а також рульових сервомашин і електронного блоку навігації і управління БПЛА.

На переважній більшості використовуваних безпілотних повітряних літальних апаратів (БПЛА) на електричній тязі, контроль розряду акумуляторної батареї (АБ), яка використовується в якості ПАДЕ - не здійснюється. Широке застосування знаходить метод контролю розряду ПАДЕ, який полягає в тому, що оператори та інженери, які обслуговують БПЛА, знаючи заявлений виробником в специфікації час розряду конкретної батареї, планують відповідний час польоту, який без сумніву по тривалості встановлюється меншим ніж час розряду батареї. А з огляду на вплив факторів повітряної обстановки (зустрічний або бічний вітер, опади і т.п.), важкість передбачення впливу яких призводить до підвищеного споживання потужності і таким чином до посиленого розряду батареї БПЛА - час польоту свідомо скорочують ще більше. На сьогоднішній день на випробуваннях БПЛА застосовується метод попередньої оцінки тривалості роботи акумулятора, тобто перед запуском БПЛА ємність і тривалість роботи батареї перевіряються експериментально, розряджаючи АБ, в результаті чого БПЛА літають протягом фіксованого часу.

Але для широкого використання і впровадження БПЛА не завжди зручно випробовувати батарею для того, щоб визначити тривалість польоту. Крім того, витрата енергії буде залежати від багатьох факторів, включаючи характер завдання літального апарату, умови польоту, характеристики устаткування, яке застосовується в БПЛА. Погіршуються екологічні та

економічні показники. Тому в даній статті запропоновано алгоритм оцінки поточного стану акумулятора і визначення часу до повного його розрядження.

Для проведення діагностики стану акумуляторів і акумуляторних батарей сьогодні використовуються такі електричні характеристики як напруга розімкнутого ланцюга і під навантаженням, внутрішній опір і реакція на специфічний тестовий сигнал, який дозволяє визначити значення складових повного опору. Ці характеристики отримують різними способами залежно від електрохімічної схеми АБ і обробка результатів надалі відбувається також індивідуально.

Найбільш поширеним і найбільш простим способом кількісної оцінки залишкової енергії акумулятора є вимірювання напруги на клеммах при протіканні постійного струму навантаження. Поточний стан джерела струму можна оцінити, збільшуючи струм навантаження. При цьому, в якості діагностичного параметра використовується відгук акумулятора на пікове навантаження струмом, близьким до гранично допустимого- тестовим сигналом. Але для контролю зарядженості ЛПАБ при польоті БПЛА не можна застосовувати такий метод, оскільки навіть невеликий вплив тестового сигналу може згубно вплинути на системи орієнтації та навігації БПЛА і призвести до його падіння.

Методи вимірювання параметра внутрішнього опору з певними відмінностям представлені у ряді патентів. Однак ці методи дають різні значення опору, що необхідно враховувати при порівнянні характеристик аналогічної продукції вітчизняних і зарубіжних виробників. В Україні з радянських часів залишився метод вимірювання внутрішнього опору джерела струму за допомогою подачі на нього імпульсу постійного струму. Значення внутрішнього опору, яке вказують зарубіжні виробники в каталогах, вимірюються при регламентованому нормативними документами змінному струмі частотою 1000 ± 100 Hz. Вимірювання проводяться на протязі 1-5 s, результати надалі усереднюють. методи визначення зарядженості АБ за допомогою вимірювання опору не підходять для вимірювання зарядженості ЛПАБ на БПЛА під час польоту. Адже для коректної оцінки опору необхідно створити хоч і короткочасний, проте максимально сильний стрибок струму навантаження, або подати інший вид впливу (відмінний від постійного навантаження фіксованим струмом) на АБ, що може порушити роботу БПЛА і поставити під загрозу виконання поставленого йому завдання.

Отже, в якості контрольованого параметра обрана напруга під навантаженням на клеммах ЛПАБ. Еталонні розрядні характеристики для різних температур T_i записані в мікроконтролері. За визначеною температурою всередині БПЛА та напругою на ЛПАБ визначається час до повного розряду акумулятора, що наведено в алгоритмі (рис.1)



Рисунок 1 – Алгоритм визначення залишкового часу роботи ЛПАБ на БПЛА

Висновки. Таким чином в доповіді наведене обґрунтування необхідності контролю стану літій-полімерної акумуляторної батареї у складі БПЛА та запропонований алгоритм визначення залишкового часу до повного критичного розряду ЛПАБ на основі визначення поточної температури та напруги на клеммах акумулятора.

Список літератури

1. Dan P., Mengeritski E., Geronov Y., Aurbach D., Weisman I., // J. Power sources. 1995 V. 54 P. 143.
2. Багоцкий, В. С. Химические источники тока [Текст] / В. С. Багоцкий, А. М. Скундин. – М.: Энергоиздат, 1981. – 360 с.
3. Вайлов, А. М. Автоматизация контроля и обслуживания аккумуляторных батарей / А. М. Вайлов, Ф. И. Эйгель. – М.: Связь. – 1985. – с.156.
4. Дрон-почтальон Drone.UA и Новая Почта в галерее инноваций HUB 4.0 [Электронный ресурс]// Drone.UA. – 15.05.2016. – Режим доступа: \www/URL: <http://drone.ua/delivery-drone/>.

В.П. Захарченко, к.т.н. С.С. Ільєнко, к.т.н. А.В. Ільєнко, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Сучасний підхід щодо побудови та експлуатації централізованих бортових систем технічного обслуговування повітряних суден

Стратегія діагностики, технічного обслуговування та ремонту на етапах проектування та експлуатації сучасних повітряних суден дозволяє зменшити кількість випадкових відмовних ситуацій в роботі авіаційної техніки до майже неможливих. Це, в свою чергу, вплинуло на глобальну стратегію підвищення безпеки польотів та дозволило зменшити час обслуговування повітряних суден при підготовці до польотів.

Кінцевою метою вивчення стану безпеки польотів є прийняття управляючих впливів, спрямованих на підвищення безпеки польотів в сучасних умовах експлуатації авіаційної техніки виділяють два підходи до забезпечення високого рівня безпеки польотів:

- перший підхід заснований на нормуванні дій, які повинні застосовуватись для досягнення заданого рівня безпеки польотів при конструюванні, виробництві, експлуатації та технічному обслуговуванні повітряних суден (ПС), включаючи управління повітряним рухом і аеродромне обслуговування;
- другий підхід заснований на організації попереджувальних заходів (в тому числі технічного обслуговування (ТО) для підтримки встановленого рівня безпеки польотів.

До системи технічної експлуатації, до якої входить ТО, відносять: об'єкти авіаційної техніки; авіаційний персонал; експлуатаційну документацію; наземні споруди; матеріальні та паливно-енергетичні ресурси; технологічне обладнання та засоби наземного обслуговування. Даний підхід дозволяє забезпечити безпеку і регулярність польотів ПС, і своєчасну підготовку до польотів; збереження льотно-технічних характеристик відповідно до нормативно-технічних вимог; ефективне використання ПС [1-5].

Розглянемо сучасний підхід щодо діагностики та технічного обслуговування ПС на прикладі системи Aircraft Diagnostic and Maintenance System – ADMS. ADMS є централізованим засобом для виконання більшості дій з ТО на сучасних ПС. Ця система обслуговування використовує реєстрацію відмов функціональних систем повітряних суден (ФС ПС) в поєднанні з можливістю доступу до систем, за допомогою легко знімних блоків та модулів (Line Replacable Unit/Modul - LRUs/LRMs), які визначені як «Задіяні функціональні Системи» (Member Systems - MS). Задіяні функціональні системи – це системи, встановлені на ПС які безперервно передають інформацію про відмови ФС ПС. ADMS складається з модуля обчислювача централізованого ТО (Central Maintenance Computer - CMC), в якому

реалізується Функція обчислювача централізованого ТО і Функція моніторингу стану ПС (Aircraft Condition Monitoring Function - ACMF), додаткового віддаленого Терміналу (Remote Terminal - RT), блоку управління системою локальною мережею (Gateway Data LAN Management Unit - GDLMU).

ADMS не використовується у визначенні, чи придатне ПС до польоту. Інформація ADMS використовується тільки технічним персоналом, для пошуку і усунення несправностей при відновленні ПС. Відповідно до цієї концепції, відмова ADMS під час прийняття рішення, не впливає на прийняття рішення про виліт. ADMS використовується тільки для усунення несправностей на літаку [1-5].

Централізованим єдиним способом доступу до інформації, яку використовує наземний персонал при ТО ПС є Central Maintenance System - CMS. Передбачено що функції, виконувані CMS, не забезпечують сигналізацію екіпажу про відмови. Крім виведення інформації на багатофункціональні дисплеї в кабіні екіпажу (Multi-Function Display - MFD) передбачається можливість використання виносного терміналу – Remote Terminal (RT), який базується на використанні персонального комп'ютера типу Notebook. RT дозволяє технічному персоналу отримати доступ до інформації без використання MFD.

CMS включає в себе наступні компоненти: Central Maintenance Computer (CMC) - конструктивно-змінний модуль, встановлений в Modular Avionics Unit (MAU); Central Display Unit (CDU) - багатофункціональний дисплей (MFD) в складі системи індикації для виведення інформації CMS; CCD - для управління CMS в кабіні пілотів; Modular Avionics Unit (MAU) - контейнер, в якому розміщені модулі комплексу авіоніки, в тому числі модуль CMC; Utility Control System (UCS) - інтерфейсна система (з різними датчиками у вигляді аналогових, бінарних сигналів і ARINC-429), що зв'язує комплекс авіоніки з системами літака по ARINC-429; Data / LAN Management Unit (DLMU) - з'єднує CMC з DLMU через локальну мережу LAN; Remote Terminal (RT) - Виносний Термінал (BT).

Кожна MS виконує свій власний контроль і зберігає її власні несправності. Кожна система забезпечує інформацію про технічний стан в реальному часі і їх зв'язку з CMC. MAU забезпечує весь збір даних ARINC 429 MS для CMC. MAU є великим концентратором введення/виведення, який збирає аналогові і дискретні сигнали, а також входить ARINC 429. CMS забезпечує: єдину точку доступу до інформації про відмови для всіх систем, що взаємодіють з CMS; визначення, наявності зв'язку CMS з ФС ВС; збір даних про відмови; запам'ятовування відмов у польоті; перегляд індивідуальної історії відмови; ініціювання тест-контролю і виведення результатів тестування; зіставлення даних по відмовах з часом, датою, ділянкою польоту і іншими даними. Компоненти CMS і їх зв'язок представлені на рис. 1.

Слід зазначити що режим ТО доступний тільки тоді, коли ПС на землі і забезпечуються умови безпеки. Функціонування режиму ТО і доступ до сторінок ТО в польоті блокується як CMS, так і задіяні функціональні системи

(MSs). Блокування працює так, що якщо CMS відмовила, то MSs не може бути подана команда для встановлення будь-якого небезпечного стану або запуск тесту в будь-якому режимі, окрім режиму ТО. Цей режим використовується для пошуку відмови і ремонту MSs. Коли CMS в режимі ТО, вона забезпечує доступ для MSs показати дані про відмови (активні відмови) [3-8].

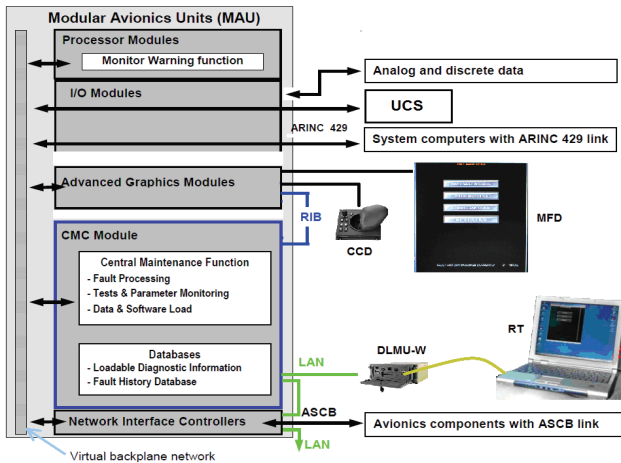


Рис. 1. Апаратні компоненти CMS

CMS функціонально зв'язаний з системою індикації через MFD за допомогою інтерфейсу RIB (Remote Image Bus). Модуль CMC підключений до через RIB. Програмне забезпечення (ПО) MFD передає зображення на дисплей таких функцій: MWF (Monitor Warning Function) - функція виведення повідомлень про особливі ситуації в ФС ПК; NIC (Network Interface Controller) – контролює час, дату, номер літака і тип літака, передає мітки часу в прив'язці до передачі даних в модуль CMC; Задіяні функціональні системи - Member Systems (MSs), які взаємодіють з модулем CMC через шини ARINC-429 і ASCB. До групи параметрів MSs включають всі відмови та ідентифікаційні дані, що відносяться до ФС ПК (інформація про параметри надходить в CMC за допомогою ARINC-429); перемикач Наземного Режиму (Ground Interlock Switch). Для завантаження/зчитування даних/програм використовується локальна мережа (LAN). Кожна MSs повинна відповідати на власний ID обладнання та SDI. Коли в CMC встановлений біт активності, кожна MSs, повинна бути готова до отримання в командному слові 227, свого ID і SDI. Щоб ID/SDI легко розпізнавалось, MSs повинна відповідати на команду в мітці 227, якщо умови з'єднання для MS будуть істиною, ID присвоюється MSs, на підставі даних Екранного Розробника. MSs повинна бути відповідальною за процедуру проведення тестів. MSs повинна мати незалежні захисні блокування і не залежати від логіки захисного блокування CMC.

Функція діагностики в CMS закладена в системі Loadable Diagnostic Information (LDI) – завантажувється діагностична інформація, як модель даних або карта, яка характеризує дані з технічного обслуговування MSs. Дані з технічного обслуговування включають сторінки по ТО і повідомлення. Дані LDI зберігаються в базі даних, яка не є частиною виконавчих команд CMS, а це окремі файли, доступні для CMS. Дані по сторінках ТО зберігаються в LDI. LDI може змінюватися з використанням системи завантаження. Усі виниклі відмови зберігаються в базі даних відмов Fault History Database (FHDB). Історія відмов літака як копія FHDB зберігається в модулі бази даних літака. Якщо модуль CMS замінюється, то історія відмов літака зберігається. ПО CMS збирає повідомлення про відмови і зберігає відповідну інформацію. CMS показує активні повідомлення для ТО і зберігає їх. Вибравши необхідне повідомлення можна отримати деталізацію: - назва відмови, тип і код; - поле для визначення відмовив LRU; - поле для опису відмови; - поле для відповідної документації, якщо вона є; - поле активності повідомлення. Пункт SYSTEM DIAGNOSTICS забезпечує можливість виконання наземного тест-контролю окремо обраної MSs. CMS видає команду на виконання тесту за умови «літак на землі». Коли літак в повітрі - ця функція блокується [3-8].

Висновки ТО з допомогою централізованих бортових систем діагностики та вбудованих систем контролю щодо функціональних автоматизованих систем та комплексів авіоники сучасних ПС дає можливість отримати та відреагувати на інформацію інженерному персоналу в стислі строки з можливістю дистанційного опрацювання даних при відмовній ситуації на борту сучасного ПС. Такі системи як ADMS містять в собі достатню функціональну базу та програмне забезпечення, щоб виконати функцію діагностики та ТО, що дозволяє виконувати функції відновлення ФС ПС в тих часових рамках, які ставляться при сучасних умовах експлуатації ПС.

Список літератури

1. «Н.И. Макаров, А.Д. Киселев. Новейшая авионика на самолете. – С-Пб, «Мир авионики», 2005. – С.74 – 77.
2. Отчет Аэронавигационной радиокорпорации ARINC 651 «Руководство по проектированию интегральной модульной авиационной электроники». – Аниapolis, 1991: пер. с англ. НИИСУ. – 1992. – 278 с.
3. ARINC 651. Руководство по проектированию интегральной модульной авиационной электроники: Пер. с англ. США. – Мериланд, 1991. – 278 с.
4. ARINC Specification 429P1-18 Digital Information Transfer System (DITS), Part 1, Functional Description, Electrical Interfaces, Label Assignments and Word Formats
5. ARINC Specification 429P3-19 Mark 33 Digital Information Transfer System (DITS) - Part 3 - File Data Transfer Techniques
6. ARINC Report 604-1 Guidance for Design and Use of Built-In Test Equipment (BITE)
7. ARINC Report 624-1 Design Guidance for Onboard Maintenance System
8. PS7024836 BIT Guidelines and Practices (Honeywell supplied systems).

Моделювання авіаційного синхронного трифазного генератора в двигуновому режимі

В роботі складено математичну модель авіаційного трифазного генератора у двигуновому режимі, досліджено його роботу для визначення придатності його в якості стартера маршевих двигунів.

Для реалізації задачі з дослідження режимів роботи авіаційного генератора необхідно скласти комп'ютерну модель пуску синхронного двигуна. Синхронні машини мають складний математичний опис, який являє собою систему диференціальних рівнянь [1]. Для виконання цієї задачі був обраний пакет програм MatLab. Він призначений для аналітичного та чисельно вирішення різних математичних задач, а також для моделювання електротехнічних та електромеханічних систем, що стало доступним завдяки додаткам Simulink. Simulink працює з лінійними, нелінійними, неперервними, дискретними, багатовимірними системами. Набір стандартних блоків Simulink достатньо об'ємний, однак в практиці моделювання зустрічаються ситуації, коли потрібного блоку немає, або структурне моделювання робить модель занадто складною. В таких випадках є необхідним встановлення додаткових бібліотек. Однією з них є SimPowerSystem.

Бібліотека SimPowerSystems містить набір блоків для імітаційного моделювання електротехнічних пристроїв. В склад бібліотеки входять моделі пасивних і активних електротехнічних елементів, джерел електроенергії електродвигунів, трансформаторів, ліній електропередач і іншого обладнання.

Методика створення моделі SimPowerSystems нічим не відрізняється від створення моделі на основі базових бібліотек. Потрібно так само виконати розстановку блоків на схемі, задати їх параметри, з'єднати блоки і встановити параметри розрахунку моделі в цілому. Проте такі моделі мають і ряд відмінностей [19]:

1. Входи і виходи SPS-блоків, на відміну від блоків Simulink, не показують напрям передачі сигналу, оскільки фактично є еквівалентом електричних контактів. Таким чином, струм може через вхід або вихід блоку протікати в обох напрямках.

2. SPS-блоки і блоки Simulink не можна напрямку з'єднати один з одним. Їх можна передавати або через управляємі джерела струму (напруги) або через вимірювачі струму (напруги)

3. На схемі повинен бути присутній хоча б один вимірювальний блок. Це пов'язано з особливостями перетворення SPS моделі в еквівалентну модель Simulink.

Серед переваг даної бібліотеки можна виділити дві основні. По-перше, вона дозволяє моделювати складні електротехнічні системи, поєднуючи методи імітаційного і структурного моделювання. Другою її перевагою є

можливість створення власних блоків, за відсутності потрібних у стандартній бібліотеці. В бібліотеці Powerlib даного програмного продукту є готові моделі синхронних машин у вигляді окремих блоків.

Для моделювання процесу запуску двигуна була складена схема [3], що зображена на рис 1.

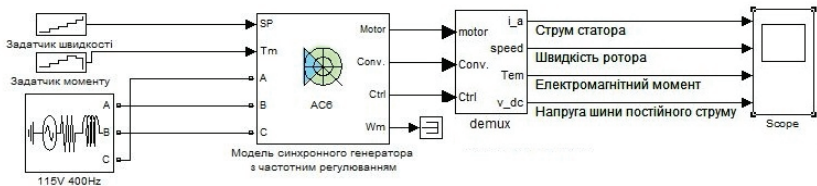


Рис. 1. Модель синхронного електроприводу з частотним регулюванням

Математичну модель можна орієнтовно розділити на 3 частини: блоки управління, блоки перетворювачів і власне модель двигуна. Блок джерела електроенергії вибираємо з підрозділу Electrical Sources бібліотеки SimPowerSystems. Він моделює трифазне джерело електроенергії. У нього задаються параметри мережі живлення: частота $f=400$ Гц, та фазна напруга $U=115$ В.

Розглянемо детальніше модель синхронного двигуна з частотним регулюванням [4].

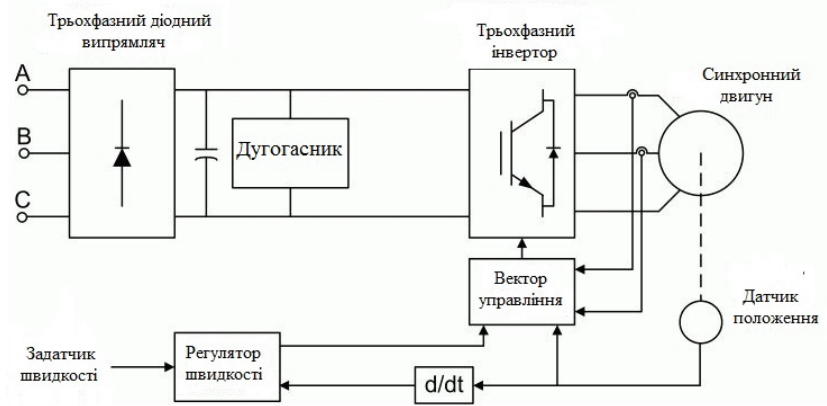


Рис. 2. Функціональна схема MatLab синхронного двигуна з частотним регулюванням

Програмний продукт MatLab має вбудовану модель синхронного двигуна з частотним регулюванням, розроблену за допомогою Simulink. Розглянемо детальніше її структуру.

З джерела живлення змінна напруга потрапляє на випрямляч. Потім постійний струм потрапляє на перетворювач струму і на інвертор, в якому він

знову перетворюється в постійний і живить сам синхронний двигун. В цей час з датчиків швидкості і моменту сигнал потрапляє на контролер швидкості, туди ж приходить сигнал зворотного зв'язку з механічної частини двигуна. Після всіх операцій сигнал з контролеру швидкості формує управляючий вектор та потрапляє на вимірювач параметрів двигуна, де він опрацьовується і видає остаточне значення швидкості обертання двигуна [5].

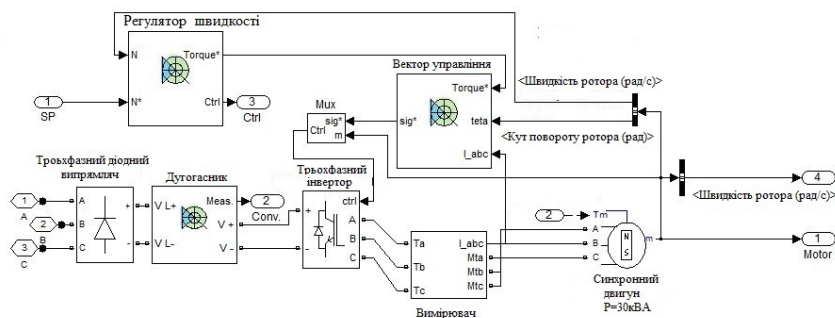


Рис. 3. Структура моделі Simulink синхронного двигуна з частотним регулюванням

В даному діалоговому вікні задаються усі необхідні параметри двигуна, які є в паспортних даних або були попередньо розраховані. В табл. описані всі входи і виходи даного блоку [6].

Таблиця

Опис функціональних входів та виходів блоку синхронного двигуна

Назва входу/виходу	Опис входу/виходу
SP	Задатчик швидкості або моменту. Швидкість уставки може бути кроковою функцією. Якщо моменти навантаження і швидкості мають протилежні знаки, момент прискорення буде сумою електромагнітних моментів і моментів навантаження
Tm або Wm	Механічний вхід: момент навантаження (Tm) або швидкість двигуна (Wm)
A , B , C	Три фазних клема привоу двигуна
Wm або Te	Механічний вихід: швидкість двигуна (Wm) або електромагнітний момент (Ti)
Motor	Вектор вимірювання параметрів двигуна
Conv	Вектор вимірювання трифазного перетворювача. Цей вектор містить: напругу шини постійного струму; вихідний струм випрямляча; вхідний струм інвертора
Ctrl	Вектор вимірювання параметрів контролеру. Цей вектор містить: задіючий момент; похибку швидкості (різниця між задіююю швидкістю і фактичною швидкістю); крутний момент

Після проведення настройки всіх блоків, вводимо параметри моделювання (час моделювання $T=65$ с, крок дискретизації $T_s=7,5e-005$ с) і

запускаємо моделювання [6]. На рис. 4 зображено графіки, що були отримані в результаті моделювання. На першому зображена залежність струму стартера у різні моменти часу.

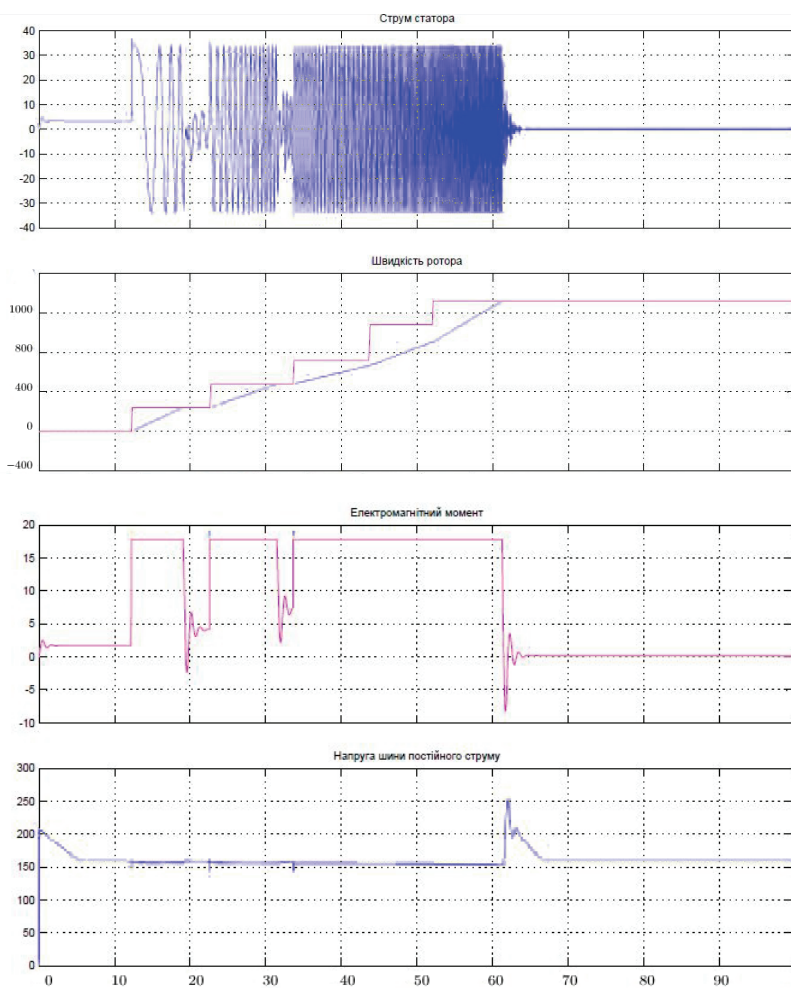


Рис. 4. Графіки залежності струму стартера, швидкості ротора, електромагнітного моменту та напруги шини постійного струму від часу обертання

Другий графік характеризує зміну швидкості обертання ротора в залежності від часу моделювання. На ньому видно, що двигун виходить на

необхідну швидкість обертання (1155 рад/с) за 61 секунду, що майже співпадає зі значеннями, отриманими при розрахунках.

На третьому та четвертому графіках показані відповідно залежності електромагнітного моменту та напруги шини постійного струму від часу моделювання.

Висновки

В результаті роботи над створенням комп'ютерної моделі була створена модель функціонального рівня системи синхронний двигун з частотним регулюванням. Проведене комп'ютерне моделювання показало можливість запуску двигуна в необхідний час зі вказаними параметрами. Наступним кроком є розробка системи імпульсно-фазового керування, яка буде опрацьовувати розраховані параметри двигуна та керувати процесом його запуску та зупинки.

Список літератури

1. Семёнов А.С. Моделирование режима пуска синхронного двигателя электропривода насоса ГрАТ-4000 // Наука в центральной России. – Москва, 2012. – С. 150.
2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. - 288 с.
3. C.-M. Ong, Dynamic Simulation of Electric Machinery Using MatlabTM / Simulink. Prentice-Hall, Inc., 1998. – pp. 39.
4. Z. Spoljaric, K. Miklosevic, Z. Valter. Analysis of Synchronous Motor Drive using SimPowerSystems, DAAAM International, Vienna, Austria. – pp. 1133-1135.
5. Zh. Li, Y. Yang, X. Simulation and Analysis of the Third-order Model of Synchronous Generator Based on MFC, Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, Changchun, China. – pp. 452.
6. Jie Chen, Thomas Wu, Jay Vaidya. Nonlinear Electrical Simulation of High-Power Synchronous Generator System//2006 SAE Power Systems Conference. – pp. 141.

Синтез адаптивного управління авіаційним газотурбінним двигуном

Розглянуто задачу точного підтримування параметрів авіаційного газотурбінного двигуна та алгоритми точкового і множинного оцінювання налаштовуваних параметрів для вибору адаптивного регулятора системи управління ГТД.

Сучасні авіаційні газотурбінні двигуни (ГТД) та їх системи автоматичного управління (САУ) визначаються:

- ускладненням конструкції двигуна, пов'язаних зі створенням адаптивних ГТД, які змінюють в широкому діапазоні свою структуру і параметри з метою забезпечення найбільш ефективного режиму роботи;
- підвищенням вимог до якості процесів управління, ресурсу, економічності, необхідністю переходу до експлуатації за станом;
- включенням САУ ГТД в інтегральну САУ польотом літального апарату.

Розвиток цих тенденцій за рахунок вдосконалення вузлів та агрегатів стає все складнішим, що пов'язано зі значними матеріальними витратами та часом. Однак є резерв щодо вдосконалення двигуна за рахунок більш точної підтримки його параметрів - адаптивне управління ГТД.

В останні десятиліття найбільш дослідженим класом адаптивних систем управління вважаються безпошукові та пошукові адаптивні системи, які забезпечують необхідну якість регулювання в контурах автоматичної стабілізації та стеження при зміні характеристик середовища та об'єкта [1].

У пошукових системах деякий показник якості характеризується деякою нестабільною залежністю від деяких вхідних змінних. Задачею системи є підтримка цього показника, який рівний екстремальному значенню, шляхом зміни вхідних величин системи. Причинами, що викликають необхідність налаштування, є зміна впливів на систему і відхилення параметрів об'єктів від їх оптимальних значень. Відхилення можуть виявлятися організацією пробних рухів системи з подальшим аналізом вхідної і вихідної інформації або за допомогою аналізу робочих сигналів. Перший спосіб реалізується за рахунок застосування спеціальних пошукових рухів (пробних сигналів), другий - на підставі аналітичних розрахунків, проведених обчислювальним пристроєм.

Більш ефективними являються безпошукові методи, які характеризуються високою швидкістю і точністю. Ці методи будуються за схемами прямого або непрямого адаптивного управління [1].

У разі прямого адаптивного управління в процесі роботи системи вимірюються деякі характеристики моделі системи, які в подальшому використовуються для корекції налаштовуваних параметрів регулятора з метою подальшого зведення їх до нуля або малої допустимої величини.

При непрямому (ідентифікаційному) адаптивному управлінні проводиться попередня ідентифікація об'єкта, після чого за оціночними параметрами обчислюються налаштування регулятора.

Структура адаптивної системи в умовах невимірюваних збурень з паралельною роботою методів адаптації показана на рис. 1

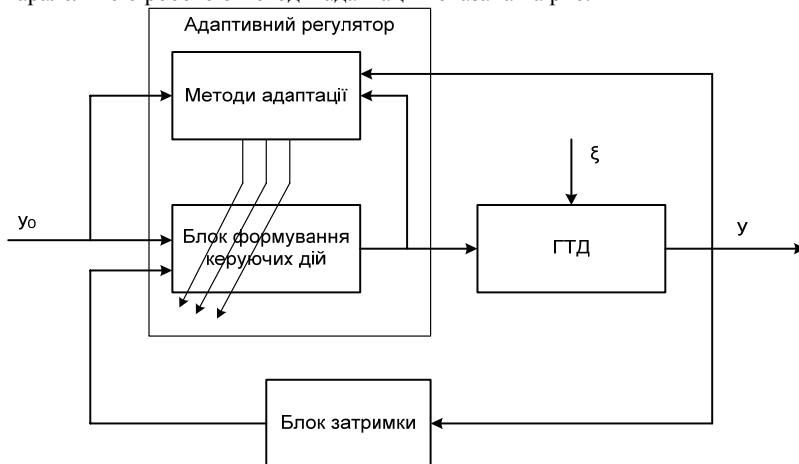


Рис. 1. Структура системи управління ГТД

Задача синтезу адаптивної системи управління двигуном включає:

1. Вибір структури і налаштовуваних параметрів регулятора: невідомі параметри об'єкта замінюють відповідними налаштовуваними параметрами з використанням алгоритмів точкової і множинної ідентифікації.

Алгоритм точкового оцінювання полягає у розв'язку системи нескінченних лінійних нерівностей виду:

$$\eta_i = |(x_i, \beta) + \alpha_i| \leq \varepsilon \quad (1)$$

де $i = 0, 1, 2, \dots$ - номер об'єкта зображення з деякого множини X , висуного при оцінці, β - ваговий вектор, що піддається оцінці, α , ε - деякі дійсні числа.

Для фіксованого значення нерівність визначає смугу між двома паралельними площинами в просторі $\{\beta\}$. Смуги за змістом розв'язуваної задачі можуть бути заздалегідь невідомі: передбачуваний алгоритм за значеннями β_0, \dots, β_i повинен визначати вектор x_i і числа $\alpha_i \leq \varepsilon$. Цей алгоритм носить назву "смужка" [1]. У відповідності з алгоритмом для відомих дискретних величин x_i корекція значень вагового вектора β здійснюється за правилом

$$\beta_n = \begin{cases} \beta_{n-1}, & \text{if } |\eta_{n-1}| \leq \varepsilon, \\ \beta_{n-1} - \eta_{n-1} |x_{n-1}|^{-2} x_{n-1}, & \text{if } |\eta_{n-1}| > \varepsilon. \end{cases} \quad (2)$$

При виконанні нерівності вектор β_n алгоритмом не змінюється, в іншому випадку β_n проєктується на площину розміщену всередині смуги. Алгоритм за дискретними значеннями, оцінним значенням β_i і встановленим порогом ε здійснює корекцію β_i .

Метод множинної ідентифікації характеризується множиною оцінок виду:

$$\beta \in B_\beta^{(n)}, \quad (3)$$

$$\text{де } B_\beta^{(n)} \subset B_\beta^{(n_0)}.$$

Загальну ідею отримання послідовності покращених апостеріорних оцінок $B_\beta^{(n)}$ можна розглядати на прикладі дискретного управління об'єкта:

$$x_{n+1} = \beta_1 x_n + \beta_2 u_n, \quad x_0 = x^0, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (4)$$

де $\beta^T = (\beta_1, \beta_2)$ - вектор параметрів, для якого задана апіорна оцінка. Під дією управління об'єкт переведений зі стану x_i . При вимірюваному значенні стану x_i визначають множину оцінок $\beta^i \in [\underline{\beta}_j^i, \bar{\beta}_j^i]$, де β^i - компонента невідомого β , та знаходять j переріз інтервалів:

$$B_j^i = [\underline{\beta}_0^i, \bar{\beta}_0^i] \cap \dots \cap [\underline{\beta}_j^i, \bar{\beta}_j^i], \quad i = (1, \dots, N). \quad (5)$$

Послідовне визначення меж $\underline{\beta}_j^i$ і $\bar{\beta}_j^i$ дозволяє організувати процедуру покращення множин невідомих β^i у формі

$$B_j^i = B_{j-1}^i \cap [\underline{\beta}_j^i, \bar{\beta}_j^i] \quad (6)$$

2. Синтез алгоритму адаптації та обґрунтування працездатності адаптивного регулятора.

Висновок

Вдосконалення САУ СУ дозволить створити методи управління ГТД, які здійснюють адаптацію управління СУ до умов експлуатації, інтеграцію управління робочим процесом в двигуні і режимів польоту, компенсацію відмов в двигуні і САУ

Список літератури

1. Медич, Дж. Статистически оптимальные линейные оценки и управление / Дж. Медич; пер с англ. 2-е изд.; под. ред. А.С. Шаталова. – М.: Энергия, 2000.

Ю.А. Захарченко, К.І. Романюк
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Реалізація функцій «Розумного будинку» на базі апаратної платформи Arduino

У роботі подана реалізація пристрою на базі апаратної мікропроцесорної платформи Arduino для виконання ряду функцій, що забезпечують концептологію «розумний будинок». Подані функціональна схема пристрою та алгоритми керування.

У сучасному світі всебічної автоматизації важливим питанням також є покращення та забезпечення комфортності життя людей за рахунок впровадження автоматизованих технологій. Дуже поширеними стають технології так званого «розумного будинку». Розумний дім (розумний будинок/ SmartHouse, digital house) – будинок, дача або приміщення комерційного призначення, які мають якісні системи забезпечення та операційний multi-room. За допомогою останнього, функціонально пов'язуються між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано – з пульта-дисплею.

Запропонований проект SmartHouse актуальний з таких причин: - в теперішній час електроніка має широкий функціонал і поширюється в усіх сферах життя людини. Новітні технології дозволяють проводити моніторинг процесів, температури та інших параметрів як в будівлі, так і дистанційно за її межами; - даний пристрій дозволяє ввести додатковий захист до будівлі. Звичайні механічні замки і досі актуальні, але іноді виникає потреба в додатковому захисті як для всієї будівлі, так і для окремих приміщень. В даному проекті використовується додатковий захист у вигляді електронних ключ-карт, але в даній платформі є великий потенціал модернізації і можна використовувати кодовий захист доступу, відбитки пальців і тому подібне, а також комбінацію цих методів; - SmartHouse є універсальним пристроєм, який можна використовувати в різних сферах життя (квартири, приватні будинки, гаражі, офіси, ангари, склади тощо).

Даний проект побудований на базі недорогих, легкодоступних та легкозамінних компонентів. Перейдемо до списку компонентів які використовуються.

1. Arduino Uno та Arduino Mega. Представляють собою плати які складаються з мікросхеми на друкованій платі; виводи для підключення якої виведенні в контактні гнізда; програматора STK500, який використовується для програмування мікроконтролера; стабілізатора напруги, що дозволяє нам живити дану мікросхему блоками живлення з напругою 5-9 В; двома роз'ємами: USB, який використовується для програмування мікросхеми, а також живлення мікросхеми, або для живлення можна підключити блок живлення до другого роз'єму.

2. RFID-зчитувач, який проводить зчитування даних з електронних ключів. Для відчинення дверей із зовнішнього боку використовується кнопка, але може бути також встановлений RFID зчитувач по бажанню користувача.
3. Реле, які використовуються для контролю світла, або іншими високими напругами.
4. Сервопривід, для можливості відкриття/закриття жалюзі.
5. ІЧ приймач, для можливості керування пристроєм за допомогою пульта.
6. LCD 1602 екран, для текстового виводу інформації.
7. Кроковий двигун та мікросхема управління ним, для можливості відкривати механічні замки.
8. Світлодіоди для індикації певних дій.
9. Датчик вологості та температури, для контролю цих параметрів у будівлі.
10. Годинник, як для іформування так і датування інформації, яка буде записана.
11. Модуль підключення SD-карти надає функції запису інформації про доступ до будівлі та параметрів з датування для моніторингу часу, коли до будівлі було виконано вхід чи відмовлення в доступі, та проаналізувати температуру та вологість в той час.

Функціональна схема даного приладу наведена на рисунку 1.

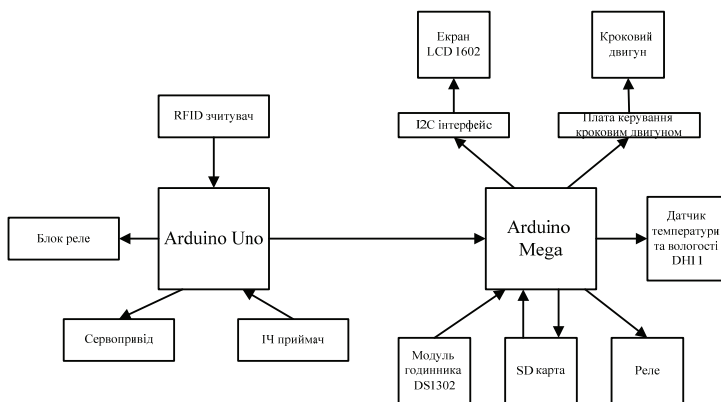


Рис. 1. Функціональна схема пристрою SmartHouseDuino ver 0.1

Можливості запропонованого пристрою SmartHouseDuino ver 0.1: відмикання дверей за допомогою електронного ключа, вмикання світла на 20 секунд після відчинення та вивід на екран температури та вологості в будівлі; Після відмикання чи невдалого відчинення (піднесення ключа якого не має в базі даних) запис інформації (вдалий/невдалий доступ, температура та вологість в будівлі на цей момент, а також час та дата коли це відбулось) на SD-карту; Годинник, який виводиться на LCD-екран і використовується при запису даних

на карту пам'яті; Керування світлом в двох кімнатах та відчиненням жалюзі за допомогою пульта дистанційного керування.

Для запропонованого приладу розроблена програма у середовищі Arduino Software (IDE). Алгоритм роботи наведений нижче.

Arduino Uno: Крок 1. Зчитування RFID-мітки (електронного ключа), порівняння коду мітки з тими, що є в базі даних. Якщо мітка є в базі, подача сигналу на Arduino Mega вхід 5, якщо немає бази – на 6 вхід.

Крок 2. ІК приймач при натисканні певних кнопок виконує такі функції: увімкнення/вимкнення світла в кімнатах, відчинення/зачинення жалюзі.

Arduino Mega: Крок 1. Вивід на екран напису про необхідність піднести електронний ключ, а також вивід часу та дати.

Крок 2. При натисканні кнопки, або якщо Arduino Uno подав сигнал при піднесенні RFID-мітки, яка є в базі даних (приходить сигнал на вхід 5) виконує наступні дії: відчиняє двері за допомогою крокового двигуна; - вмикає світло в коридорі за допомогою реле; - виводить на екран напис про відчинення дверей, а також температуру та вологість повітря в будівлі; - записує на SD-карту інформацію про те, що двері були відчинені, час та дату відчинення, а також температуру та вологість повітря в будівлі.

Крок 3. Якщо мітки немає в базі (сигнал на вхід 6): - виводить на екран напис про невірний електронний ключ; - записує на SD-карту інформацію про те, що двері не були відчинені, час та дату, а також температуру та вологість повітря в будівлі.

Висновки

Розроблений прилад SmartHouseDuino ver 0.1 є універсальним пристроєм, який може використовуватись в багатьох сферах життя людини. Він простий та дешевий у використанні та обслуговуванні, має великий потенціал для модернізації (додавання нових функцій, розширення можливостей старих). Так як ядром пристрою є Arduino, який має програма тор, надає змогу для випуску нових прошивок для SmartHouse, що є плюсом, бо в ході модернізації поліпшення в використанні приладу буде не тільки для нових користувачів, а також для старих, так як їм з легкістю можна буде встановити нові модулі які розширюють функціонал, а також для тих хто не буде мати такого бажання, через те, що при написанні нових програм прошивки постійно буде проводитись оптимізація, і старі користувачі також зможуть встановити собі покращену прошивку пристрою.

Список літератури

1. М.Э. Сопер. Практические советы и решения по созданию « Умного дома » / Сопер М. Э. – М.: НТ Пресс, 2007. – 432 с.
2. Е.А. Тесля. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Тесля Е.А. – Санкт Петербург, 2008. – 224с.
3. Т. Р. Элсенпите, Дж. Велт. «Умный Дом строим сами» / Элсенпите Т. Р., Велт Дж / КУДИЦ-ОБРАЗ. 2005. – 384с.

С.Р. Игнатович, д.т.н., В.С. Краснопольский, А.Д. Кравченко
(Национальный авиационный университет, Украина)

Численное моделирование роста усталостных трещин при многоочаговом повреждении

В работе проведен численный эксперимент по моделированию роста усталостных трещин при многоочаговом повреждении. Для построения модели использована формула, полученная на основе закона Пэриса и учитывающая свойства материала. С помощью статистических методов обработаны результаты и оценена вероятность наступления предельного состояния.

В связи с тенденцией последних лет по продлению ресурса эксплуатируемых воздушных судов, значительно возросло количество самолетов с большим налетом (т.н. стареющий парк). Для такой авиационной техники особое значение имеет проблема остаточной прочности из-за обширных проявлений дефектов, вызванных деградацией механических свойств конструкции. По этой причине приобрела и не теряет своей актуальности проблема многоочагового повреждения (multiple site damage – MSD). Это один из самых опасных видов усталостной поврежденности конструкции с множественными концентраторами. Он проявляется в одновременном наличии и развитии множественных усталостных трещин в одном конструктивном элементе. Ярким примером такого элемента может быть заклепочное соединение фюзеляжа или крыла. Разрушение конструкции при MSD, как правило, происходит при разрушении одной из перемычек между соседними отверстиями и последующем развитии из образованного кластера магистральной трещины. Таким образом, в этом случае прочность и надежность конструкции зависит не от размера отдельного дефекта, а от развития и взаимодействия всех присутствующих в соединении трещин. Предельное состояние конструкции может быть достигнуто несколькими путями [1]. Это либо развитие одной трещины из одного отверстия, либо объединение двух трещин, растущих на встречу друг другу из соседних отверстий. Поскольку процессы, как зарождения, так и роста усталостных трещин являются случайными, надежное предсказание момента объединения трещин возможно только с помощью вероятностных моделей. В работе было проведено численное моделирование процесса роста усталостных трещин, зародившихся в разные моменты времени для определения вероятности наступления предельного состояния.

Моделирование случайного роста усталостных трещин осуществлялось с использованием кинетической зависимости Пэриса:

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^m, \quad (1)$$

где ΔK – размах коэффициента интенсивности напряжения (КИН) в цикле; C и m – коэффициенты.

Случайный рост трещины при детерминированном ΔK будет задаваться случайными величинами коэффициентов C и m .

КИН можно определить с использованием формулы [2]:

$$\Delta K = \Delta y Y(a) \sqrt{p} a, \quad (2)$$

где Δy – размах номинального напряжения в цикле;

$Y(a)$ – геометрическая функция коррекции.

Для пластинки с отверстием радиусом r , из которого выходит трещина длиной a , параметр $Y(a)$ записывается как [2]

$$Y(a) = 1 + 2,36 \exp \left[-2,08 \left(\frac{a}{r} \right) \right]. \quad (3)$$

Уравнение (3) описывает влияние на КИН в вершине трещины поля повышенных напряжений из-за эффекта концентрации. Параметр $Y(a)$ зависит от длины трещины и при $a/r = 2$ $Y(a) \rightarrow 1$. Поэтому для расчета было принято постоянное усредненное значение геометрического фактора $Y = 1,3$.

Интегрируя уравнение (1) с учетом отношения (2) получим функциональную зависимость длины трещин от числа циклов:

$$a(t) = \left[a_0^{\frac{m-2}{2}} - \frac{(m-2)C}{2} \left(\sqrt{p} Y \Delta y \right)^m (N - N_0) \right]^{\frac{2}{m-2}}. \quad (4)$$

В работе [3] было показано, что параметры C и m уравнения Пэриса являются взаимозависимыми. Поэтому, уравнение (1) можно записать в модифицированном виде

$$\frac{da}{dN} = V_f \left(\frac{\Delta K}{K_f} \right)^m, \quad (5)$$

где K_f и V_f – детерминированные характеристиками материала. Для алюминиевых сплавов $K_f = 13,94 \text{ МПа} \cdot \sqrt{\text{м}}$, $V_f = 3,4618 \cdot 10^{-7} \text{ м/цикл}$ [3].

В кинетическом уравнении (5) случайным является лишь один параметр m , который для конструкционных алюминиевых сплавов распределяется по логнормальному закону [3].

Из сравнения уравнений (5) и (1) следует, что коэффициент $C = V_f / K_f^m$. Тогда формула (4) примет вид

$$a(t) = \left[a_0^{\frac{m-2}{2}} - \frac{(m-2)V_f}{2} \left(\frac{\sqrt{p} Y \Delta y}{K_f} \right)^m (N - N_0) \right]^{\frac{2}{m-2}}. \quad (6)$$

Для моделирования роста трещины на основании зависимости (6) использовались следующие значения параметров: начальная длина трещины $a_0 = 0,00127 \text{ м}$, размах напряжений в цикле $\Delta y_1 = 80 \text{ МПа}$, $\Delta y_2 = 100 \text{ МПа}$,

$\Delta\sigma_3 = 120$ МПа, три значения наработки: $\Delta N_1 = N - N_0 = 15000$ циклов, $\Delta N_2 = N - N_0 = 20000$ циклов, $\Delta N_3 = N - N_0 = 25000$ циклов.

Рассматривается вариант разрушения перемычки за счет роста одной трещины, исходящей из отверстия. Таким образом, перемычка будет разрушена, когда длина трещины превысит длину перемычки.

Для численного эксперимента первым этапом являлось генерирование случайных чисел для нахождения величины m . Было получено 100 значений, распределенных по равномерному закону. Случайные значения коэффициента m генерировались по логарифмически нормальному закону распределения с параметрами математического ожидания $m[m] = 3,5685$ и среднеквадратичного отклонения $y[m] = 1,2101$, взятыми из работы [3]. Эти значения подставлялись в зависимость (6) и формировалась выборка по длинам трещин. С учетом трех возможных уровней напряжения и трех вариантов наработки объем выборки составил 900 длин трещин.

Полученные при моделировании данные аппроксимировались различными законами распределения: нормальным, логарифмически нормальным и двухпараметрическим Вейбулла (рис. 1).

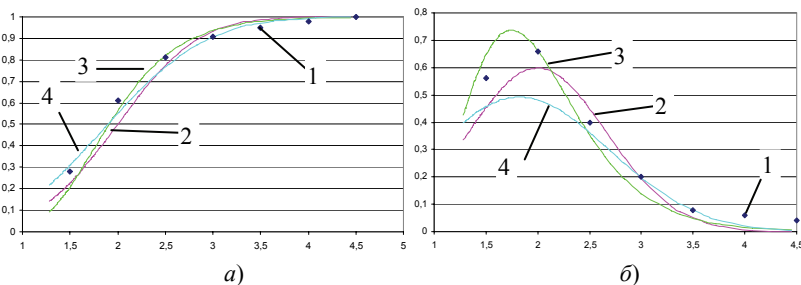
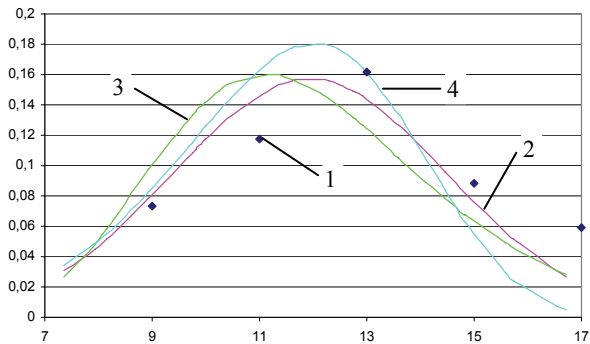


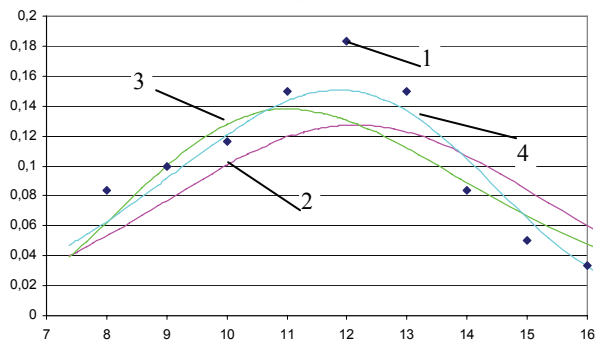
Рис. 1. Графики функции распределения (а) и плотности распределения длин трещин (б) для $\Delta\sigma_1 = 80$ МПа и $\Delta N_3 = 15000$ циклов: 1 – расчетные данные; 2 – аппроксимация нормальным законом; 3 – аппроксимация логарифмически нормальным законом; 4 – аппроксимация распределением Вейбулла.

Анализ кривых показал, что наивысшую достоверность показывала аппроксимация двухпараметрическим распределением Вейбулла.

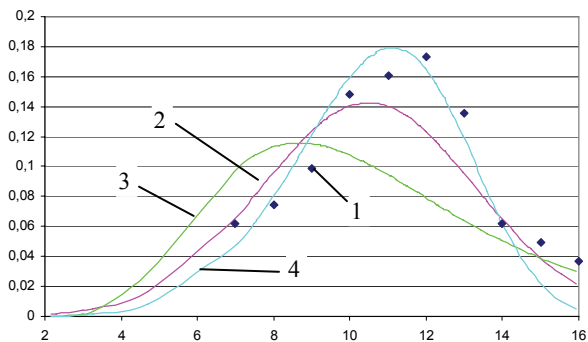
Построение данных зависимостей производилось с целью нахождения вероятности разрушения перемычки. Данная вероятность определяется площадью под кривой плотности распределения длин трещин с учетом известной длины перемычки 16 мм. На рис. 2 показаны плотности распределения длин трещин для напряжений 80, 100, 120 МПа при наработках 42000 циклов, 24000 циклов и 13500 циклов соответственно.



a)



б)



в)

Рис. 2. Функции плотности распределения длин трещин для напряжения $\Delta y_1 = 80$ МПа а, $\Delta y_3 = 100$ МПа б, $\Delta y_3 = 120$ МПа в: 1 – расчетные данные; 2 – аппроксимация нормальным законом; 3 – аппроксимация логарифмически нормальным законом; 4 – аппроксимация распределением Вейбулла.

Вероятность наступления предельного состояния в смоделированных сценариях определялась по количеству трещин, длины которых превосходили размер перемычки. Для трех уровней напряжения $\Delta\sigma_1 = 80$ МПа, $\Delta\sigma_2 = 100$ МПа, $\Delta\sigma_3 = 120$ МПа эта вероятность составила, соответственно, 7%, 11%, 19%. Аналогично было определено, что вероятность наличия трещин с длиной, большей 10 мм (потенциально способных привести к быстрому разрушению) в каждом из случаев была равна 22%, 39%, 50%. Таким образом, рассмотренные наработки являются критическими для данных заклепочных соединений. Согласование данных моделирования с полученными при аппроксимации кривыми свидетельствует о возможности прогнозирования надежности конструкции с помощью зависимости (6).

Выводы

На основании уравнения Пэриса получена формула, описывающая изменение длины усталостной трещины с числом циклов нагружения при известном уровне напряжения. С использованием модифицированной формулы Пэриса проведен численный эксперимент по моделированию распределения длины усталостных трещин. Статистическая обработка результатов показала, что наилучшее описание данных моделирования было получено с помощью аппроксимации двухпараметрическим распределением Вейбулла.

Предложенная методика позволяет прогнозировать вероятность разрушения перемычек между отверстиями в заклепочном соединении, а также прогнозировать количество полетных циклов, при которых накопленное повреждение будет опасным для дальнейшей эксплуатации.

Список литературы

1. Игнатович С.Р. Вероятностная модель многоочагового усталостного повреждения заклепочных соединений авиационных конструкций / С.Р. Игнатович // Проблемы прочности. – 2014. – № 3. – С. 48–58.
2. Rambalacos A., Deodatis G. Non-periodic inspection of aging aircraft structures // Proc. 9th Joint FAA/DoD/NASA Conf. on Aging Aircraft (Atlanta, USA, GA, March 6–9, 2006). 2006. – P.1 – 18.
3. Игнатович С.Р., Каран Е.В. Кинетика роста усталостных трещин в образцах алюминиевого сплава Д16АТ с множественными концентраторами // Пробл. прочности. – 2015. – № 4. – С. 91–101.

О. В. Герасимова¹, М. В. Киндрачук¹, д.т.н., А. В. Титов², к.т.н.
(¹Национальный авиационный университет, ²Национальный технический
университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря
Сикорского»)

Влияние механических свойств дисперсной металлической фазы метал- лосодержащей смазки на коэффициент трения при выглаживании

Проведен теоретический анализ процесса разрушения поверхностного слоя деталей при выглаживании, что позволило определить предельно допустимый коэффициент трения. Показано, что для эффективной реализации процесса выглаживания необходимо управлять силами трения при взаимодействии инструмента и детали. По результатам расчетов даны рекомендации по выбору соотношений механических свойств промежуточного слоя и детали.

В общем и специальном машиностроении одной из важных научно-технических задач, решающей актуальную проблему обеспечения эффективности и ресурса конструкций изделий, является совершенствование процесса поверхностного пластического деформирования (ППД), в частности, выглаживанием деталей из титана и его сплавов. В работе [1] авторами предложена физическая модель взаимодействия контактирующих поверхностей инструмента и детали при выглаживании в присутствии металлосодержащей смазки. Определено, что напряжения сдвига в смазочном слое металлосодержащей смазки при контакте скольжения инструмента по поверхности детали в общем случае будут суммой напряжений сдвига пластичной металлической фазы смазки и напряжений сдвига в жидкой фазе. Суммарная величина напряжений сдвига на контактной поверхности функционально взаимосвязана с коэффициентом трения, реализуемом в процессе обработки. Предельная величина коэффициента трения, определяемая в рамках предложенной модели, возникает при большом объеме содержания металлических наночастиц в металлосодержащей смазке, когда жидкостное взаимодействие на контактной поверхности минимально, а преобладающее влияние имеет взаимодействие инструмента и детали через промежуточный слой металлической фазы смазки.

В работе [2] выполнен анализ предельной величины коэффициента трения при использовании металлосодержащей смазки для процесса выглаживания, когда взаимодействие инструмента и поверхности детали реализуется через промежуточный слой металла – наполнителя металлической фазы смазки. Получена кинематическая модель, устанавливающая связь между компонентами тензора скоростей деформаций ε_{ij} поверхностного слоя детали, а также скоростью обработки V и коэффициентом трения f_{mp} :

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{rr} &= \frac{1}{l} \sqrt{3} V f_{mp} \frac{\sigma_{s2} h}{\sigma_{s1} \delta_0 + \sigma_{s2} h} \left(\frac{z - \delta_0}{h} - 1 \right); \\
\varepsilon_{\theta\theta} &= \frac{1}{l} \sqrt{3} V f_{mp} \frac{\sigma_{s2} h}{\sigma_{s1} \delta_0 + \sigma_{s2} h} \left(1 - \frac{z - \delta_0}{h} \right); \\
\varepsilon_{zr} &= \frac{1}{h} \sqrt{3} V f_{mp} \frac{\sigma_{s2} h}{\sigma_{s1} \delta_0 + \sigma_{s2} h} \left(\frac{r}{l} - 1 \right); \\
\varepsilon_{r\theta} &= -\frac{4}{l} \sqrt{3} V f_{mp} \frac{\sigma_{s2} h}{\sigma_{s1} \delta_0 + \sigma_{s2} h} \left(1 - \frac{z - \delta_0}{h} \right) \theta; \\
\varepsilon_{t\theta} &= -\frac{1}{h} \sqrt{3} V f_{mp} \frac{\sigma_{s2} h}{\sigma_{s1} \delta_0 + \sigma_{s2} h} \left[1 - \left(1 - \frac{2r}{l} \right) \theta \right],
\end{aligned} \tag{1}$$

где σ_{s2} и δ_0 – предел текучести и толщина промежуточного слоя;
 σ_{s1} и h – предел текучести и глубина распространения деформаций в
поверхностном слое детали;
 r, z, θ – текущие значения координат.

Достоинством разработанной модели является установленная связь скоростей деформаций с механическими свойствами металла детали и промежуточного слоя, образованного дисперсной металлической фазой металлосодержащей смазки.

Одним из основных явлений ограничивающих процесс деформирования при выглаживании, является процесс разрушения поверхностного слоя. Такое разрушение происходит вследствие накопления деформаций, величина которых превышает предельно-допустимые для данного материала детали.

Для анализа процесса разрушения поверхностного слоя деталей при выглаживании используем критерий разрушения, предложенный В.Л. Колмогоровым [3], где процесс разрушения ставится в зависимость от степени деформации сдвига, которая рассчитывается вдоль траектории движения частиц деформирующего металла по формуле

$$\Lambda(r, \varphi, z, t) = \sqrt{3} \int \varepsilon_i(r, \varphi, z, t) dt, \tag{2}$$

где $\varepsilon_i(r, \varphi, z, t)$ – интенсивность скоростей деформаций, определяемая выражением:

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \left[(\varepsilon_{rr} - \varepsilon_{\varphi\varphi})^2 + (\varepsilon_{\varphi\varphi} - \varepsilon_{zz})^2 + (\varepsilon_{zz} - \varepsilon_{rr})^2 + \frac{3}{2} (\varepsilon_{r\varphi}^2 + \varepsilon_{\varphi z}^2 + \varepsilon_{zr}^2) \right]^{\frac{1}{2}} \tag{3}$$

Процесс деформирования протекает устойчиво, если

$$\Lambda(r, \varphi, z, t) < \Lambda_p(\Pi_\sigma), \tag{4}$$

где $\Lambda_p(\Pi_\sigma)$ – предельная сдвиговая деформация, соответствующая разрушению материала для данной схемы напряженно-деформированного состояния, характеризуемой показателем жесткости схемы напряженного

состояния Π_σ [4]:

$$\Pi_\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_i} \quad (5)$$

Процесс разрушения поверхностного слоя происходит при условии

$$\Lambda(r, \varphi, z, t) = \Lambda_p(\Pi_\sigma) \quad (6)$$

Для определения величины $\Lambda_p(\Pi_\sigma)$ использован подход предложенный А.А. Лабутиним [5, 6]. Экспериментально показано, что предельная сдвиговая деформация для материала ВТ20, находится в диапазоне значений 1,35 – 1,50 и определена при испытаниях на одноосное сжатие цилиндрических образцов.

Учитывая, что интервал значений величины предельной деформации сдвига составляет погрешность не более 11 %, в дальнейших расчетах были приняты эти значения.

Величина сдвиговых деформаций зависит от коэффициента трения между индентором и поверхностью детали и определяется выражениями (1). Поэтому совместное решение условия (6) и выражений (1) позволяет определить предельное допустимое значение коэффициента трения между инструментом и деталью.

Вычисление допустимого коэффициента трения удобно выполнять численными методами в итерационном цикле путем минимизации функционала, полученного из (6):

$$\Phi = \left| \ln \frac{\sqrt{3} \int_0^t \varepsilon_i[r, \theta, z, t, f_{mp}] dt}{\Lambda(\Pi_\sigma)} \right| = 0 \quad (7)$$

Таким образом, теоретический анализ позволил установить ограничения на предельный коэффициент трения и показал, что для эффективной реализации процесса выглаживания необходимо управлять силами трения взаимодействия инструмента и детали при выглаживании.

Результаты расчетов показывают, что для титановых сплавов конструкционного назначения, типа ВТ6, ВТ22 и др., величина коэффициента трения имеет свои ограничения. Так при соотношении механических свойств $\sigma_{S2}/\sigma_{S1} = 1$ коэффициент трения не должен превышать $f_{mp} < 0,20 - 0,25$. При использовании в качестве промежуточного слоя мягких металлов, т.е. уменьшении соотношения, $\sigma_{S2}/\sigma_{S1} < 1$ с сохранением постоянного усилия вдавливания, величина коэффициента трения уменьшается. Так при $\sigma_{S2}/\sigma_{S1} = 0,5$ граничный коэффициент трения составляет 0,15.

Список литературы

1. Титов В.А. Особенности влияния металлосодержащей смазки на контактное взаимодействие инструмента с поверхностью детали при ультразвуковом выглаживании титановых сплавов / В.А. Титов, А.Д. Лавриненков, О.В. Герасимова // Проблемы тертя та зношування – К.: НАУ, 2014. – С. 41-51.
2. Герасимова О.В. Аналитическая оценка предельной величины коэффициента трения при использовании металлосодержащей смазки в процессах выглаживания / О.В. Герасимова, В.А. Титов // Проблемы тертя та зношування – К.: НАУ, 2017, № 1. – С. 40-45.
3. Колмогоров В.Л. и др. Напряжения, деформации, разрушение. – М.: Металлургия, 1970. – 272 с.
4. Смирнов-Аляев Г.А., Чикидовский В.П. Экспериментальные исследования в обработке металлов давлением. Л.: Машиностроение, 1972. – 370 с.
5. Лабутин А.А. Исследование механических факторов разрушения металлов обрабатываемых давлением / Дисс. К.т.н. – Л.: ЛМИ, 1966. – 241 с.
6. Смирнов-Аляев Г.А. Механические основы пластической обработки металлов. – Л.: Машиностроение, 1968. – 272 с.

*M.V. Karuskevich, Dr.Sc., T.P. Maslak, PhD, A.M. Pyshchuk
(National Aviation University, Ukraine)*

Micro-structural diagnostic of aging aircraft

It has been shown the possibility to provide the fatigue monitoring after exhausting of certain fraction of service life, the fundamental feature of fatigue i.e. the nature of persistent slip bands. Persistent slip bands arise again after the polishing and repeated loading, thus there exists the opportunity of their measurement.

Introduction.

Many of the current methods for fatigue damage assessment rely on the search of the defect of visible range. Some methods are based on the possibility to reveal micro cracks. Only solitary methods provide reliable fatigue diagnostic of practical value.

One of the approaches to quantitative fatigue analysis is based on the assessment of surface deformation relief which appears on the surface of some metals under the action of fluctuating loads. This method needs continual monitoring of the surface relief from the “zero” damage to the current state. The presented in the paper enhancement of the method allows fatigue damage assessment for the structures inspected at the state close to retirement and begins the monitoring far from the “zero” damage point.

Surface relief as an indicator of accumulated fatigue damage. Advantages and drawbacks of the relevant method for aircraft life prediction.

Formation of the surface deformation relief was observed in early researches of the fatigue phenomenon. The term “persistent slip bands” was introduced after the Al-Cu alloy tests conducted by Forsyth in 1953 [1].

It was shown that in a Al-Cu alloy thin ribbon of the metal with a thickness 0,1 μm and 10 μm length extruded at the specimen surface from persistent slip bands (fig.1).

Persistent slip bands (PSBs) are areas that rise above (extrusion) or fall below (intrusion) the surface of the component due to movement of material along slip planes. The dimensions of the extrusions and intrusions depend on the material and stress-strain state.

A quantitative measurement of the height of slip steps formed during the fatigue of Cu single crystals has been conducted by authors of papers [2]. Using the interferometric measurement, they showed that surface slip steps form in proportion to the applied plastic strain.

The relationship between the accumulated fatigue damage and intensity of the deformation relief was established for single crystals and polycrystalline metals.

In the work [3] the single crystals fatigue indicators are presented. The 30 mm long fatigue indicator was made of single-crystal aluminium foil (99.99 % wt Al). The indicator was stuck on a flat specimen 1.2 mm thick. The maximum applied stresses in fatigue tests were 140 and 180 MPa. The frequency of loading was 9.8 cycles/s. The indicator surface was periodically inspected by means of a microscope

with a 200x enlargement. The strong relationship between slip lines density and number of cycles has been established.

The single crystal fatigue sensor was proved to be effective method for fatigue monitoring, but the practical application has a restricted area due to the adhesive-bonded joint limitation.

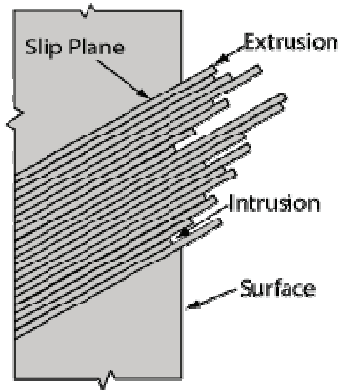


Fig.1. Slip planes, extrusions and intrusions.

Deformation relief was also observed on the surface of clad layer of the alloys D16AT, 2024T3, 7075T6 subjected to the cyclical loading [4]. Specimens for test were made of thin sheets used for the manufacturing aircraft skin. Tests were carried out under the wide range of axial, bending and combined loads of bending and twist. As a result of tests of polycrystalline metal the methods for the direct fatigue monitoring and fatigue indicator of new generation were introduced [4,5].

Among the numerous quantitative parameters of deformation relief the most adequate and promising are the relief saturation calculated by the application of two-dimensional digital images and fractal dimension calculated on the base of the relief clusters perimeter to area ratio [6].

The damage parameter D calculated as a ratio of the surface area with slip bands, intrusions, extrusions to the total local spot controlled by the light microscope. As an example the result of fatigue test of D16AT specimens and damage monitoring under axial tension with the maximum stress of 76,9 MPa; 81,7 MPa; 96,2 MPa; 105,8 MPa; 115,4 MPa; 129,8 MPa, 134,6 MPa and stress ratio $R=0$ and frequency 11 Hz are presented. The plots express the relationships between the damage parameter D and current number of cycles N_i (fig. 2). The tests were stopped after the nucleation of 1.0 mm fatigue crack as it has been considered as the critical state condition.

One of the current researches proves the possibility to use deformation relief when the inspected component works under the multiaxial loading [7, 8]. The proposed concept of equivalent relief for multiaxial fatigue extends the area of deformation relief criteria application for fatigue damage assessment.

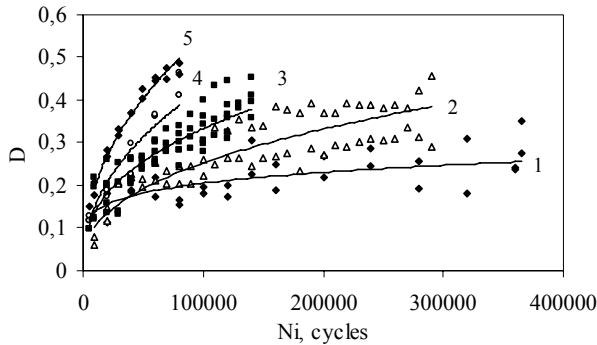


Fig. 2. The evolution of damage parameter D on the surface of alclad aluminum alloy D16AT under cyclic loading: 1 - $\sigma_{\max}=76,9$ MPa; 2 - $\sigma_{\max}=81,7$ MPa; 3 - $\sigma_{\max}=96,2$ MPa; 4 - $\sigma_{\max}=115,4$ MPa; 5 - $\sigma_{\max}=134,6$ MPa. Stress ratio $R=0$, frequency 11Hz.

It should be mentioned here, as one of the practical application of surface relief criteria, that some experiments show the possibility to reveal Rebinder's effect by the parameters of deformation relief [9].

The mentioned above methods need continual monitoring of the surface relief from the "zero" damage to the current state. The given in this paper enhancement of the method allows assessment of the fatigue damage of inspected structures at the state close to retirement (aging aircraft) and begin the monitoring far from the "zero" damage point.

Aging aircraft.

The age of an aircraft is expressed by three parameters, namely the chronological age (in years), the number of flights, and the number of flight hours.

According to the [10] the average retirement age for all commercial jet aircrafts remains slightly less than 26 years. The narrow body fleet average is around a year more and the wide body average is a year less.

Over 2,000 passenger aircrafts are currently inactive and in storage, with an average age of 21 years. Over 60% of these (and almost 80% of those over 15 years old) will not return to commercial service.

Apparently, the demand on the aircraft return to commercial service alters from country to country and more actual for the poor countries whereas the presented data reveals the opportunities for the active fleet recover.

**Chart 1: Age at Retirement
All Jets**

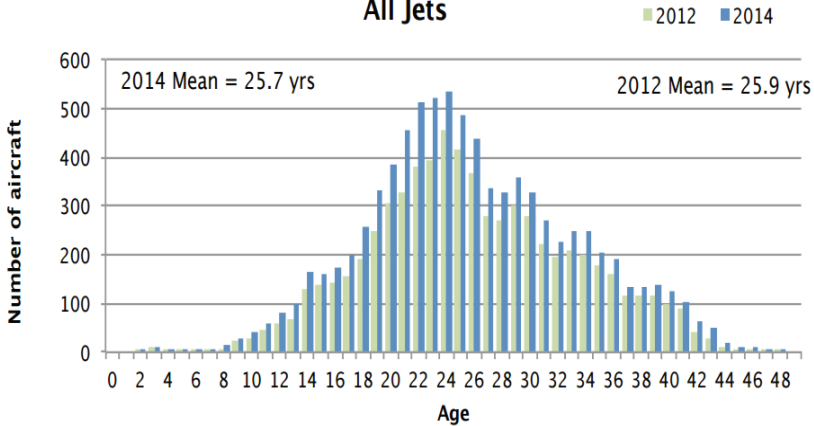


Fig.3. Age at retirement (all jets) [10]

“Persistency” of slip bands as a phenomenon for assessment of accumulated damage at the latest stages of metal fatigue.

As it is known from early works on persistent slip bands nature, these features of the deformed metal surface, once formed, arise again after polishing of the cyclically loaded material and repeated loading. This fundamental property of the persistent slip bands is considered here as a way to assess accumulated fatigue damage of aircraft even when the inspection is conducted for aging planes. As the principle of “from zero state” monitoring is impossible for such structure the task of fatigue assessment seems to be too complex.

Nevertheless, the possibilities to reveal accumulated damage by the emergence of hidden slip process, exists, but as it follows from experiments presented below, apparently requires more sophisticated methods for further development.

At the first step of experiments the continuity of the fatigue damage process despite the polishing of the inspected surface was shown.

In the current experiment the flat specimens of alclad D16AT alloy with holes in the center were used in fatigue test procedure.

The specimen is 1,5 mm thick and the diameters of the holes are 4 mm. All investigations of the surface have been conducted close to the stress concentrator, where stress level is maximum. Maximum stress of the cycle was $\sigma_{max}=115,4$ MPa with stress ratio $R=0$.

After the 40 thousand cycles the surface nearby stress concentrator was inspected. The deformation relief was revealed and analyzed. Then, second polishing was carried out and specimen was loaded again with smaller number of cycles (30 thousand) with same stress level.

Investigation of the surface revealed the attributes of the surface relief at the

same spots, with the larger intensity. Thus, the damage process goes on, despite the polishing and current state of the deformation pattern reflects damage accumulated both on the stage “from zero” to first inspection and from first inspection and polishing to current check.

For quantitative assessment of accumulated fatigue damage, the damage parameter D should be calculated with the software according to the procedure used early [4].

As it was shown by the numerous experiments early, the intensity of the surface relief grows according to the logarithmic law.

On this base the following procedure for the inspection of the structures with certain accumulated damage, prior first inspection, can be proposed (fig.4):

- a) It is presumed that the damage grows from the “zero” state to “first check” state accordantly to beforehand revealed character. The deformation relief on the surface of structural components is hidden because the surface is not prepared by polishing, the hidden growth is depicted by curve A-B;
- b) After the number of cycles correspondent to the point B the specimen (component) gets polished;
- c) At the point C the monitoring of the surface relief starts;

It is expected that at the point D the surface relief reflects the damage accumulated at both stages: along the A-B and C-D.

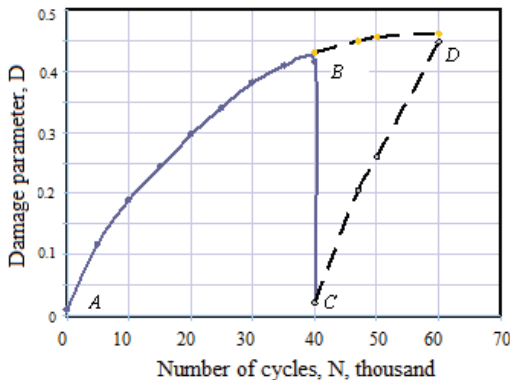


Fig.4. Fatigue monitoring “from zero” and “from check point” principles: A-B – “from zero” damage growth; B-C – surface polishing; C-D – “from check point” monitoring.

For the practical use of the proposed approach the following tasks must be experimentally solved: a) the depth of polishing must be established so to avoid excessive taking down of the surface layer with persistent slip bands structure; b) the method for the polishing, that prevents surface strengthening must be found; c) the minimum number of cycles for the persistent slip bands recover must be found.

Conclusions

It was proved by numerous experiments that surface deformation relief of alclad aluminium alloys widely used in aviation industry indicates accumulated fatigue damage. The procedure of fatigue monitoring presumes the possibility to observe and quantitatively assess some two and three dimensional parameters of deformation relief. For the surface state, microscopic analysis of the surface of specimen or component must be polished, thus the principle “from zero” state is accepted as realistic. This allows monitoring only from the beginning of operational loading.

To provide the fatigue monitoring after exhausting of certain fraction of service life, the fundamental feature of fatigue i.e. the nature of persistent slip bands is proposed to be used. Persistent slip bands arise again after the polishing and repeated loading, thus there exists the opportunity of their measurement. The proposed “from check point” method is now under development. The presented in the paper experimental results and discussion initiate the cycle of researches to be continued.

References

1. P.J.E.Forsyth, Exudation of material from slip bands at the surface of fatigue crystals of aluminium-copper alloy, 1953, *Nature*, 171, 172-173.
2. Laird, Finney and Kuhlmann-Wilsdorf, *Mater Sci Eng* 1981. 50:127-131.
3. Zasimchuk EE, Radchenko AI, Karuskevich MV. 1992. Single-crystal as an indicator of fatigue damage, *Fatigue Fract Eng M*, 15 (12): 281–1283
4. Karuskevich M, Karuskevich O, Maslak T, Schepak S. 2012. Extrusion/intrusion structures as quantitative indicators of accumulated fatigue damage, *Int J Fatigue*, 39:116–121.
5. M.V.Karuskevich, Ignatovich S.R., Menou A., Maruschak P.O. Fatigue sensor for aircraft structural health monitoring, *Symposium on aircraft materials (ACMA 2012): conference, 9-12 May 2012: abstracts. - Fez (Morocco), 2012. - P.20 –21.*
6. Estimation of the accumulated fatigue damage by saturation and fractal dimension of the deformation relief. Karuskevich, M.V.; Korchuk, E.Yu.; Yakushenko, A.S.; Maslak, T.P. *Strength of Materials*, ISSN: 0039-2316, Volume: 40, Issue: 6, Date: November 2008, Pages: 693-697.
7. M.V.Karuskevich, S.R. Ignatovich, T.P. Maslak, A. Menou, P.O. Maruschak. Multi-purpose fatigue sensor. Part 1. Uniaxial and multiaxial fatigue/“Frattura ed Integrità Strutturale” - 2016 № 38, P. 198-204.
8. M.V.Karuskevich, S.R. Ignatovich, T.P. Maslak, A. Menou, P.O. Maruschak. Multi-purpose fatigue sensor. Part 2. Physical backgrounds for damages accumulation and parameters of their assessment/“Frattura ed Integrità Strutturale” - 2016 № 38, P. 205-214.
9. Karuskevich M., Maslak T., Seidametova G. Deformation relief as an indicator of Rebinder effect/ *Proceedings of the National Aviation University. – 2013. – №1 (54). - P.82–86.*
10. <http://avolon.aero/wp/wp-content/uploads/2015/03/Avolon-White-Paper-FInal-30-March-2015.pdf>.

*В.А.Винар, к.т.н., Х.Б.Василів, к.т.н., Н.Б.Рацька, к.т.н.
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна)*

Роль дифузійного і залишкового водню у процесах фрикційної взаємодії поверхонь залізовуглецевих сплавів

Вивчено вплив дифузійного і залишкового водню на трибологічну поведінку армко-заліза і сталі У8 зі структурами фериту і перліту. Показано, що в процесі десорбції водню зношування матеріалів інтенсифікується за механізмом диспергування.

У зв'язку з розвитком водневої енергетики, транспорту, деревообробної та хімічної промисловості, де є контактування водню з парами тертя, необхідно вирішувати нові складні триботехнічні проблеми. Це вимагає суттєвого розвитку фундаментальних досліджень, пов'язаних з вивченням зміни структурно-фазового стану та фізико-механічних характеристик поверхонь контакту за впливу водню [1].

Максимальний руйнівний вплив водню на залізо і сталі проявляється у перші моменти його впровадження, коли водень має граничну дифузійну рухливість і активність, тобто на стадії нестационарної дифузії. Це так званий дифузійно-рухливий водень, який захоплюється насамперед низько-енергетичними дефектами мікроструктури. Дифузійно-рухливий водень у металі поводить себе подібно до газу або рідини, перерозподіляючись під впливом градієнтів концентрацій і напруженостей різних фізичних полів, взаємодіючи з матрицею і структурними недосконаlostями, ініціюючи в локальних об'ємах процеси мікродеформації і руйнування [2,3]. Збільшення дефектності структури сприяє частковій десорбції надрівноважного газу з металу. У кристалічній ґратці залишається менш рухливий залишковий водень, що акумулюється у пастках структури з утричі вищою енергією активації [5].

Внаслідок перерозподілу дифузійно-активного водню у структурі металів виникають локальні механічні напруження, що виявляються у флуктуаціях їх структури і фізико-механічних властивостей, зокрема, мікрорельєфу і мікротвердості поверхонь [3]. Тобто, властивості наводнених матеріалів змінюються протягом певного часу після наводнення, коли змінюється вміст дифузійно-рухливого та залишкового водню [3-8].

Мета даної роботи – дослідити вплив дифузійно-рухливого та залишкового водню на трибологічні властивості поверхневих шарів сплавів заліза зі структурами фериту і цементиту.

Методика досліджень.

Для досліджень виготовляли пластини з розмірами 50×20×2 мм з армко-заліза і сталі У8, які електролітично наводнювали в 1 Н розчині H₂SO₄ з 10 мг/л As₂O₃ протягом 1 год за густини струму 1,0 А/дм². Концентрацію водню визначали на аналізаторі BRUKER Galileo G8. Трибологічні дослідження проводили за реверсивного руху без змащування за схемою тертя “кулька (Al₂O₃, Ø9 мм) – площина”, навантаження 1 Н. Визначали коефіцієнт тертя та втрати матеріалу за

шириною трека. Мікроструктуру металів і поверхонь тертя вивчали на сканівному електронному мікроскопі EVO-40XVP (Carl Zeiss).

Експериментальні результати та їх обговорення. Після електролітичного наводнювання вміст дифузійно активного водню в армко-залізі становить 8 ppm, залишкового – удвічі менше. У сталі У8 – відповідно 10 і 2 ppm. При наводнюванні на поверхні армко-заліза утворюються блістери, у підповерхневих шарах – численні пори, між- і трансзеренні тріщини, у яких накопичується залишковий водень. Пошкоджуваність сталі У8 локалізована на субмікрорівні – виявлено поперечні тріщини у пластинах цементиту.

Дифузія водню в металі, його молізація в дефектах структури і часткова десорбція призводить до виникнення чи релаксації внутрішніх напружень у ґратці. Ці процеси проявляються у підвищенні мікротвердості на поверхні і великому розкиді значень (до 50%) протягом декількох діб після наводнювання (рис.1).

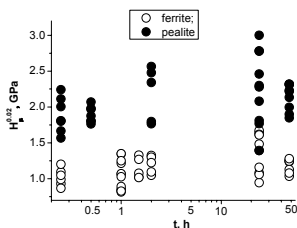


Рис. 1. Зміна мікротвердості армко-заліза (○) і сталі У8 (●) залежно від часу після наводнювання.

Вивчали роль дифузійного і залишкового водню у процесах фрикційної взаємодії поверхонь армко-заліза і сталі У8. При терті в умовах десорбції водню коефіцієнти тертя армко-заліза знижуються порівняно з вихідним станом, а сталі У8 – зростають. За присутності залишкового водню в обох випадках коефіцієнти тертя на 10% нижчі, ніж за дифузійно-активного.

Внаслідок пошкоджуваності структури під час дифузії активного водню ширина доріжки тертя армко-заліза зростає на 25%. На поверхні тертя спостерігаються численні задири і вирви. При терті із залишковим воднем доріжка тертя вужча, на ній суттєво менше пошкоджень (рис.2).

Характер зміни ширини доріжки тертя на сталі У8 за присутності дифузійно-активного і залишкового водню подібний до армко-заліза, але зміни не перевищують 3-5% (рис.2). У першому випадку на фрикційній поверхні виявлено вирви, кількість і розміри яких суттєво менші, ніж на армко-залізі.

Дифузійний водень ініціює більшу пошкоджуваність фрикційних поверхонь, ніж залишковий. Це зумовлено дефектністю і нестабільністю наводнених шарів, сукупною дією зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень, викликаних воднем. Продукти зношування свідчать про крихке руйнування наводнених поверхонь тертя, внаслідок чого опір зношуванню і коефіцієнт тертя армко-заліза знижуються. Коефіцієнти тертя сталі У8 збільшуються, оскільки в продук-

ти зношування потрапляють тверді частинки цементиту, які відіграють роль абразиву.

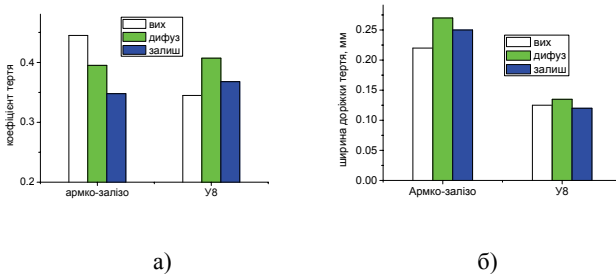


Рис. 2. Коєфіцієнти тертя (а) та ширина доріжки тертя (б) армко-заліза і сталі У8: 1 – у вихідному стані; 2 – за присутності дифузійного водню; 3 – залишкового водню.

Після десорбції водню відбувається часткове відновлення механічних властивостей і крихкість знижується [2]. Релаксацією напружень у кристалічній ґратці і зниженням рівня пошкоджуваності можна пояснити зниження опору матеріалів при терті за присутності залишкового водню.

Сітка цементиту непроникна для водню, але при його накопиченні у надвисоких концентраціях у неоднорідностях структури на високодефектних міжфазних границях ферит-цементит і молізації його високі локальні тиски ініціюють виникнення субмікротріщин у структурі цементиту. Оскільки структура феритної фази у перліті більш м'яка і пластична, вона сприяє релаксації надлишкових напружень, тому вплив водню на характеристики зношування сталі У8 незначний.

Висновки

1. Встановлено, що в електролітично наводнених армко-заліза та сталі У8 концентрації дифузійно-рухливого водню у 2 і 5 разів вищі, ніж залишкового.
2. Під час десорбції водню у поверхневих шарах матеріалів ферито-перлітного класу зростає мікротвердість. При цьому розкид значень досягає 50% внаслідок виникнення чи релаксації напружень у кристалічній ґратці.
3. Після електролітичного наводнювання відбувається фрагментація фериту та перліту. Для фериту характерне подрібнення структури, утворення тріщин і білістерів. У перлітній структурі спостерігається подрібнення цементитних пластин та їх деструкція.
4. Показано, що зношування електролітично наводнених металів зі структурами фериту та перліту за сухого тертя відбувається за механізмом диспергування. Показано, що під час десорбції водень інтенсифікує зношування матеріалів.

Список літератури

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
2. Касаткин Г.Н. Водород в конструкционных сталях – М: Интермет Инжиниринг, 2003. – 336 с.
3. Шашкова Л. В. Синергетические эффекты в неравновесных системах металл-водород .- Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2013. – С. 105.
4. Винар В., Василів Х., Мардаревич Р., Похмурський А., Вороняк Т., Сташишин І. Трансформація у поверхневих шарах матеріалів з феритною та перлітною структурою після електролітичного наводнювання.– Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. Спецвипуск журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів». – №11. – Львів. Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, 2016 – С. 88-93.
5. W. Y. Choo, Jai Young Lee Hydrogen trapping phenomena in carbon steel.- Journal of materials science.- 1982.- 17 P. 1930-1938.
6. Gkowacka, A., Wozniak, M.J. Światnicki, W.A. AFM study of austeno-ferritic stainless steel microstructure after cathodic hydrogen charging. J. Alloys Comp. 2005 – P. 595–598.
7. Похмурський В.І., Швед М.М., Яремченко Н.Я. Влияние водорода на процессы деформирования и разрушения железа и стали.– Київ.: Наукова думка, 1977. – 60 с.
8. Motomichi K., Cemal T., Eiji A. et al. Hydrogen-assisted decohesion and localized plasticity in dual-phase steel.– Acta Materialia – 2014.– Vol 70, №3. – P. 174–187.
9. Hagi H. Effect of Interface between Cementite and Ferrite on Diffusion of Hydrogen in Carbon Steels.– Materials Transactions- Jim. – 1994.– Vol 35, №3. – P. 168-173.

В.А. Винар¹, к.т.н., Л.І. Базиляк², к.х.н., І.В. Ковальчук¹, А.Р. Киця², к.х.н.

¹Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Україна

²Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Україна

Вплив наночастинок міді на фрикційну взаємодію сталейних поверхонь у середовищі індустріального мастила

Уже тривалий час для зниження зносу деталей машин використовують явище, яке полягає в утворенні в процесі тертя між контактуючими поверхнями мідної плівки [1, 2]. Як показують численні дослідження, в ультрадисперсних матеріалах, які містять або складаються з надмалих морфологічних елементів, знаходяться в термодинамічно нерівноважному стані, можуть бути отримані підвищені, нові або унікальні властивості [3-5]. Вивченню впливу наночастинок міді на трибологічні характеристики присвячено багато робіт [1-4], що вказує на можливість їх ефективного застосування для підвищення зносостійкості спряжених поверхонь. Водночас, зважаючи на невисоку стійкість мідних наночастинок до окиснення, важливим є питання впливу наночастинок оксидів міді на трибологічні властивості змащувальних композицій, оскільки результати таких досліджень часто є досить суперечливими [4, 5] і суттєво залежать від природи контактуючих пар, швидкостей взаємних переміщень поверхонь, а також контактних тисків у зоні тертя.

Тому метою нашої роботи було встановити вплив оксидної плівки на поверхні наночастинок міді на фрикційну взаємодію сталейних поверхонь різної твердості.

Методика досліджень.

Наночастинки міді синтезували за методикою, яка описана в [6]. Для формування оксидної плівки на поверхні мідних наночастинок зразок піддався термообробці при 120 °С в атмосфері повітря впродовж 10 год [7].

Для приготування мастильного середовища визначену наважку наночастинок міді додавали до індустріального мастила І-20, і перемішували з використанням мішалки пропелерного типу (1000 хв⁻¹) та ультразвукової ванни «Кристалл-2М».

Трибологічні дослідження проводили за умов зворотно-поступального руху за схемою тертя «кулька-площина» з використанням лабораторної установки [8]. Для проведення випробувань виготовляли призматичні зразки зі сталі 20 розміром 50×40×5 мм, поверхню яких полірували до шорсткості $R_z = 2,5$ мкм. Контртілом слугувала кулька зі сталі ШХ15 діаметром 9 мм. Кінетику зміни коефіцієнта тертя за допомогою аналого-цифрового перетворювача з кроком запису даних 0,25 с, втрату матеріалу визначали за шириною зношеного треку.

Дослідження форми і розміру синтезованих наночастинок проводилися за методом скануючої електронної мікроскопії з використанням скануючого

електронного мікроскопа EVO-40XVP (Carl Zeiss) із системою рентгеноспектрального мікроаналізу INCA Energy 350.

Рентгенофазовий аналіз синтезованих нанорозмірних додатків проводили на порошковому дифрактометрі ДРОН-3.0 з $\text{Cu-K}\alpha$ випромінюванням. Отримані дані аналізували повнопрофільним уточненням за методом Рітвельда з використанням програмного пакету Fullprof. Форма піків описувалася з використанням псевдо-Войт функції Томпсона-Когса-Гастінгса.

Результати досліджень та їх обговорення.

Синтезовані наночастинки міді досліджені з використанням сканувальної електронної мікроскопії та рентгенофазового аналізу. Встановлено (Рис. 1), що частинки мають округлу форму і їх розмір складає 100 – 130 нм, параметр ґратки – $a = 3.62304 \text{ \AA}$. З метою отримання наночастинок $\text{Cu/Cu}_2\text{O}$, мідні наночастинки окислювали киснем повітря при 120°C впродовж 2, 4 і 10 год. В результаті формувалися наночастинки $\text{Cu/Cu}_2\text{O}$ середній розмір яких практично не змінювався у порівнянні із наночастинками міді.

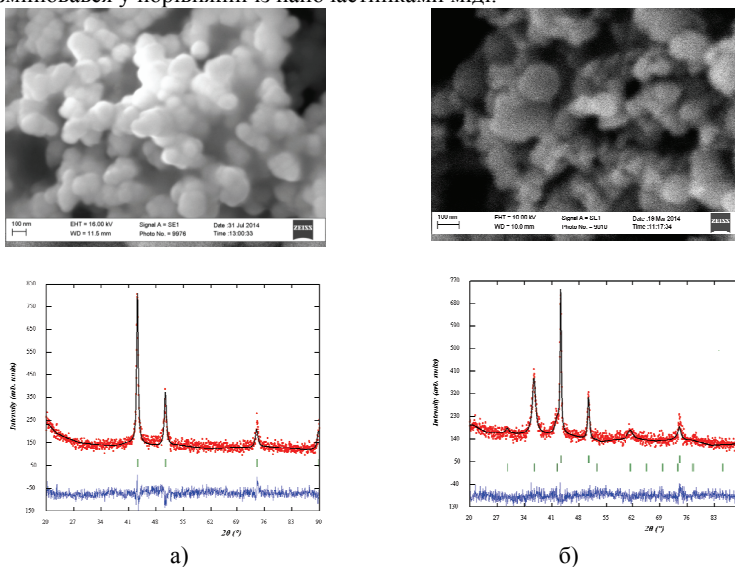


Рис. 1. СЕМ-зображення наночастинок міді та рентгенівська дифрактограма наночастинок Cu (а) та композиту $\text{Cu/Cu}_2\text{O}$ (б).

За методом рентгенофазового аналізу встановлено, що вже після 2-х годинної витримки при температурі 120°C та за 2 годин експозиції при кімнатній температурі вміст Cu_2O в отриманому зразку складає $\sim 56,65\%$, з параметром ґратки - $a=4.2713(1) \text{ \AA}$ і 43.35% міді, збільшення часу витримки суттєво не впливає на кількісне співвідношення $\text{Cu/Cu}_2\text{O}$. Порівняльний аналіз даних електронної сканувальної мікроскопії та результатів рентгенофазового аналізу вказує на те, що отримані частинки складаються з металічного ядра діаметром $\sim 80 \text{ нм}$ та оксидної оболонки товщиною $\sim 40 \text{ нм}$.

В результаті трибологічних досліджень встановлено, що на початковому етапі фрикційної взаємодії контактуючих поверхонь у індустріальному маслі значення коефіцієнта тертя складає 0,11. Зі збільшенням циклів взаємодії проходить руйнування оксидних поверхневих плівок та накопичення втомних пошкоджень у поверхневих шарах сталі 20, що приводить до поступового зростання коефіцієнта тертя до значень $\sim 0,22$. У результаті тертя на поверхні сталі формується доріжка розміром ~ 170 мкм.

Додавання наночастинок міді до мастила на початку тертя не змінює значення коефіцієнта тертя сталюї пари, яке знаходиться на рівні мастила у вихідному стані ($\sim 0,11$), однак зі зростанням кількості циклів взаємодії поверхонь між ними формується мідна плівка, яка знижує адгезійну взаємодію. Коефіцієнт тертя знижується до 0,1 і частково зростає зі збільшенням часу тертя до 0,12, ширина доріжки тертя після досліджень складає 110 мкм, що на 35% менше ніж за тертя у мастилі без наночастинок міді.

Введення в мастило наночастинок міді після окислення приводить до підвищення коефіцієнта тертя, як у початковий момент, так і на протязі усього часу досліджень. Це свідчить за зростання адгезійної взаємодії між сталюими поверхнюми, що сприяє інтенсифікації руйнування поверхні сталі 20, ширина треку зростає на 55% у порівнянні із чистим мастилом.

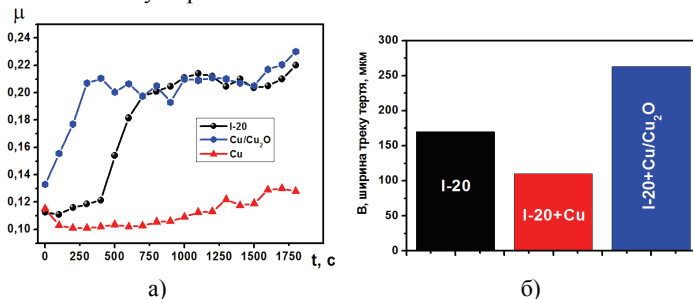


Рис. 2. Зміна коефіцієнтів тертя спряжених пар та ширини треків на поверхні сталі 20 при терті в середовищі індустріальної оливи І–20 з додатками наночастинок міді і оксидів міді.

Аналіз доріжок тертя показав (рис.3), що найменше пошкодження поверхні сталі 20 відбувається за тертя в мастилі з додатком наночастинок Cu, де можна спостерігати сліди контактної взаємодії тільки на ділянці максимальних питомих навантажень. Додавання до мастила І–20 міді після окислення, значно підсилюють руйнування поверхні сталі. На доріжці спостерігаються сліди зношування та проорювання поверхні, а також пластичний вихід матеріалу з зони тертя.

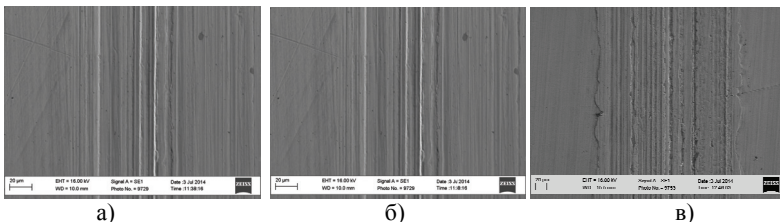


Рис. 4.4. Морфологія поверхонь тертя сталі 20 після випробувань в середовищі І–20 (а) та в присутності наночастинок Cu (б) та Cu/Cu₂O (в)

Висновки

1. Синтезовані наночастинок міді і двофазні наночастинок Cu/Cu₂O з розміром ~100 нм та методами сканівної електронної мікроскопії, енергодисперсійного Хпроменевого аналізу, а також рентгенофазового аналізу вивчені їх морфологія та елементний і фазовий склад.
2. Досліджено трибологічну поведінку сталейних поверхонь у мастилі І-20 з додатками Cu та Cu/Cu₂O. Показано, що введення наночастинок міді знижує інтенсивність руйнування поверхні сталі 20 на 35%, а введення окислених наночастинок інтенсифікують руйнування на 55%.

Список літератури

1. Золотухина Л.В. Формирование нанокристаллической структуры на поверхностях трения в присутствии нанопорошков сплавов меди в смазочном материале / Золотухина Л.В., Батурина О.К., Пургина Т.П. // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2007. – №3. – С. 7-12.
2. Performance and anti-wear mechanism of Cu nanoparticles as lubricating oil additives / M.Zhang, X. Wang, W. Liu, X. Fu. // Industrial Lubrication and Tribology. – 2009. – №61. – С. 311–31.
3. Tribological properties of lubricant additives of Fe, Cu and Co nanoparticles / J.Padgurskas, R. Rukuiza, I. Prosyčevs, R. Kreivaitis. // Tribology International. – 2013. – №60. – С. 224–232.
4. Understanding the Role of Nanoparticles in Nano-oil Lubrication / [K. Lee, Y. Hwang, S. Cheong та ін.]. // Tribology Letters. – 2009. – №35. – С. 127–131.
5. Tribological Properties and Lubricant Mechanism of Nanoparticle in Engine Oil / M.Asrul, N.Zulkifli, H.Masjuki, M. Kalam//Procedia Engineering.– 2013. – №68.–С.320–325.
6. Л. Базиляк Синтез біметалічних наночастинок AgxCuу стабілізованих полібутилметакрилатом та їх застосування як наповнювачів для електропровідних композицій // «Вісник Львівського національного університету імені Івана Франка» – Серія хімічна. – ISSN 2078–5615. – 2016. – випуск 57. – ч. 2. – с. 440–450.
7. A. Kytsya, I.Koval'chuk, L. Bazylyak, V. Vynar, O.Tkachuk Oxidative Stability of Nano Ag@Co Alloys // Book of abstracts of the XX International Conference on Physics and Chemistry of Solid, 12–15 September, 2015, Lviv, Ukraine. – 2015. – p. p. 55 - 56.
8. Vynar V. A. Methodical specific features of tribocorrosion investigations / V. A. Vynar, V. M. Dovhnyk, M.M. Student. // Materials Science.– 2011. – №46. – С. 633–639.

Н.Б. Рацька к.т.н., К.Б. Василюк к.т.н.
(Физико-механический институт
им. Г.В. Карпенко НАН Украины, Украина)

Особенности микродеформаций поверхностных слоев и трибологические свойства ниобия, титана и сплава системы Nb-Ti после электролитического наводороживания

Исследовано влияние водорода на физико-механические свойства поверхностных слоев ниобия, титана и сплава системы Nb-Ti. Оценено трибологические характеристики материалов после электролитического наводороживания. Оксидный слой, сформированный методом химико-термической обработки, защищает ниобий-титановый сплав от износа в присутствии водорода.

Ниобий и его сплавы перспективны для изготовления химической аппаратуры, устройств ядерной энергетики и авиатехники благодаря технологическим и антикоррозионным свойствам, в частности тугоплавкости, коррозионной стойкости во многих агрессивных средах, удовлетворительной прочности, хорошей теплопроводности, радиационной стойкости и тому подобное. Однако, при абсорбции газов при относительно низких температурах (ниже 300°C) повышается склонность ниобия к охрупчиванию в результате образования твердых фаз, в частности, оксидных, гидридных и т.д. [1–4]. Кроме этого, важным недостатком ниобия является низкое сопротивление износу [5, 6].

Один из механизмов упрочнения ниобия реализуется путем создания твердых растворов вхождения и замещения на его основе. Для улучшения эксплуатационных свойств ниобия, его легируют титаном, алюминием и т.д., а дополнительной химико-термической обработкой можно достичь повышения функциональных характеристик поверхности. С помощью оксидирования можно обеспечить необходимый уровень приповерхностного упрочнения материала та удовлетворительные антикоррозионные и трибологические свойства в условиях водородного влияния [7, 8]. Исследования физико-механических характеристик поверхностных слоев ниобий-титанового сплава в условиях водородного воздействия открывают новые перспективы в развитии инженерии поверхности материала.

Ниже исследовано физико-химические и трибологические свойства сплава системы ниобий-титан после химико-термической обработки оксидированием в условиях влияния водорода.

Исследовали ниобий Н6Ц, титан ВТ1–0 и сплав ВН-10 (32 мас.% Ti; 8 Al; 4 V; 1,8 Zr; 0,13 B; 0,05 C, остальные Nb). Химико-термическую обработку (ХТО) проводили поэтапно: на воздухе в течение 3 ч при 900°C (в печи типа СНОЛ 1.6.2, 5.1 / 9-ИЗ) и вакууме в течение 1ч при 1200°C (в печи марки СНВ-1.3.1 при давлении 10^{-2} Па). Для металлографических исследований поверхностных слоев использовали сканирующий электронный микроскоп

EVO 40XVP с системой микрорентгеноспектрального анализа на энергодисперсионном рентгеновском спектрометре INCA ENERGY 350.

Испытывали трением в условиях реверсивного движения пару «пластина из исследуемого металла – шар из корунда». Нагрузка 1,5 МПа, скорость скольжения индентора 1,6 мм/с, продолжительность испытаний 2000 ... 90000 с.

Упруго-пластические свойства поверхностных слоев материалов изучали методом динамического индентирования на приборе «Микрон-гамма», который основанный на автоматической регистрации диаграммы нагрузки $P=f(h)$, где P – нагрузка на индентор (алмазная пирамида Берковича), h – его углубление в исследуемый материал. Определяли степень пластичности поверхности ε согласно формулы $\varepsilon = \frac{A_{\text{пласт}} - A_{\text{пруж}}}{A_{\text{пласт}}}$, где $A_{\text{пруж}}$ и $A_{\text{пласт}}$ – работа пружинной

и пластической деформаций. Значения микротвердости по Мэру находится как соотношение максимальной нагрузки P_{max} к площади проекции отпечатка A ; модуль Юнга определяется, как $E = S / 2\sqrt{\pi/A}$, где S – тангенс кута наклона начального участка кривой разгрузки [7, 8]. Электролитическое наводороживание реализовали путем катодной поляризации в 1N растворе H_2SO_4 с 10 мг/л триоксида мышьяка для ингибирования рекомбинации водорода на поверхности. Продолжительность поляризации 1 ч, плотность тока 1,0 А/дм².

Диаграммы нагрузки и разгрузки индентора, полученные для исследуемых материалов в исходном состоянии и после катодной поляризации при плотности тока 1 А/дм² в течении 1 ч, приведены на рис. 1. На основе этих диаграмм рассчитаны физико-механические характеристики поверхностных слоев материалов (табл. 1).

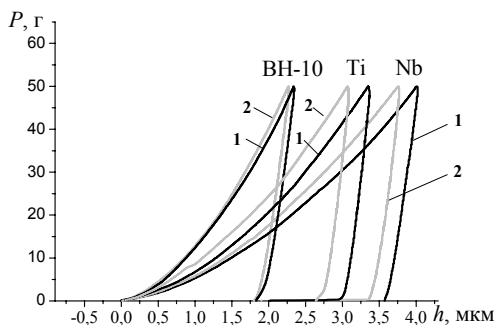


Рис. 1. Диаграммы нагрузки и разгрузки индентора на ниобий, титан и сплав ВН-10 в исходном состоянии (1) и после электролитического наводороживания (2). Нагрузка 0,05 кг, скорость нагрузки 5 г/с, температура 20°C.

Установили, что водород меняет упруго-пластические свойства поверхностного слоя сплава ВН-10 в меньшей степени, чем ниобия и титана. В то же время физико-механические свойства сплава являются лучшими, чем его основных компонентов (рис. 1).

Таблица 1.

Физико-механические характеристики поверхностных шаров материалов
в исходном состоянии / после наводороживания

Материал	$H_{\text{Мэер}}$, ГПа	E , ГПа	$A_{\text{пласт.}}$, Дж	$A_{\text{пруж.}}$, Дж	σ_n , ГПа
Nb	1,449/1,583	63,9/98,7	75,43/71,38	10,36/11,44	0,863/0,379
Ti	2,066/2,475	91,1/105,2	62,52/58,88	13,54/8,32	0,783/0,567
ВН-10	4,628/4,967	124,5/115,2	43,73/43,93	9,94/10,11	0,981/1,018

* h_{max} – максимальное углубление индентора; h_f – глубина отпечатка; $H_{\text{Мэер}}$ – микротвердость за Мэйером; E – модуль Юнга; σ_n – внутренние напряжения.

В частности, в результате наводороживания физико-механические свойства поверхностного слоя титана существенно изменяются (табл. 1). Внутренние напряжения в кристаллической решетке растут на 19% по сравнению с исходным состоянием. Это приводит к повышению микротвердости (по Мэйеру) на 20% и модуля упругости на 15%. В то же время существенно (на 40%) снижается работа восстановления объема материалом после деформации $A_{\text{пруж.}}$, что проявляется в повышении степени пластичности поверхности ε .

Наводороживание ниобия приводит к увеличению объема кристаллической решетки и возникновения внутренних напряжений. В частности напряжения σ_n после наводороживания, при плотности тока 1 А/дм^2 и времени наводороживания 1 ч, растут на 15...18% по сравнению с исходным состоянием (табл. 1), микротвердость по Мэйеру меняется на 11%, при этом растет модуль упругости с 63,9 до 98,7 ГПа и снижается степень пластичности поверхности с 0,863 до 0,840. Значение работы, затраченной на разрушение поверхности материала индентором при влиянии водорода, меняются, снижается пластичность ($A_{\text{пласт.}}$) поверхности ниобия и растет работа упругой составляющей $A_{\text{пруж.}}$ на 9% (табл. 1).

Изучали влияние электролитического наводороживания на физико-механические свойства поверхностного слоя сплава ВН-10 после химико-термической обработки по оптимальному режиму (оксидирования при 900°C в течение 3 ч с последующим вакуумным отжигом при 1200°C в течение 1 ч), который обеспечивает улучшения трибологических характеристик сплава (табл. 2, рис. 2) [9, 10].

Оксидирование улучшает параметры упруго-пластической деформации сплава, в частности микротвердость и работа упругой деформации поверхностного слоя растут на 5...10%. После наводороживания оксидированного сплава ВН-10 выявлено снижение напряженного состояния в кристаллической решетке поверхностного слоя и повышение его пластичности. В частности, микротвердость поверхностного слоя снижается примерно на 25%, а степень пластичности растет на ~10% (табл. 2).

Таблица 2.

Физико-механические характеристики поверхностных шаров оксидированного сплава ВН-10 до и после наводороживания

Обработка	$H_{Мэерс}$ ГПа	E , ГПа	$A_{плст.}$, Дж	$A_{пруж.}$, Дж	$\sigma_{н}$, ГПа
до наводороживания	6,899	127,1	42,03	12,55	1,351
после наводороживания	5,126	123,3	44,48	10,09	1,060

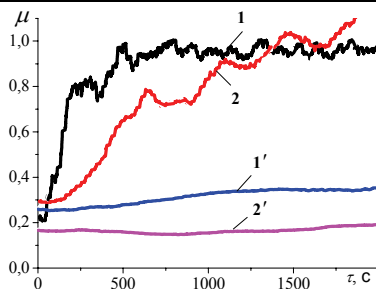


Рис. 2. Влияние электролитического наводороживания на изменение коэффициента трения неоксидированного (1, 2) и оксидированного (1', 2') сплава ВН-10 (а): 1, 1' – без наводороживания; 2, 2' – после наводороживания.

Изменение механических свойств поверхностных слоев титана, ниобия и сплава системы Nb-Ti после наводороживания влияет на их трибологическое поведение. В целом установлено, что наводороживание улучшает трибологические свойства материалов, но только на малых базах исследований (не более 1500 с) до стирания упрочненных слоев (рис. 2). В частности, при изнашивании титана более 1500 с наблюдается хрупкое разрушение, образование трещин и можно предположить, что существенная потеря пластичности материала связана с образованием гидридных фаз. Для ниобия наблюдается адгезионное взаимодействие и схватывание материалов пары трения.

При трении сплава ВН-10 без водорода на протяжении 300 с коэффициент трения возрастает от 0,2 до 1 в результате локального схватывания контактных поверхностей. Изнашивание ниобий-титанового сплава после наводороживания несколько улучшается благодаря водороду, который растворился в его кристаллической решетке и упрочнил поверхностный слой материала. Наблюдается снижение коэффициента трения до 0,7 на начальных этапах трения до 1200 с, но после стирания упрочненного слоя характер изнашивания тот же, что и ненаводороженного сплава. Оксидированный сплав системы Nb-Ti обладает наилучшими трибологическими свойствами как до, так и после наводороживания, коэффициент трения стабильный не превышает 0,2 (рис. 2). Оксидированный слой обеспечивает дисперсионное упрочнение поверхности

сплава, одновременно исполняя роль диффузионного барьера для проникновения водовода [8].

Выводы

1. После наводороживания титана при плотности тока 1 А/дм^2 вследствие формирования гидридных фаз уменьшается работа упруго-пластической деформации и несколько улучшается его износостойкость.

2. Установлено, что после катодной поляризации водород способствует незначительному повышению микротвердости и работы упругой деформации поверхностных слоев ниобия, что положительно влияет на его трибологические свойства, но только на начальных этапах трения.

3. Электролитическое наводороживание изменяет характеристики упруго-пластической деформации поверхностных слоев сплава ВН-10 меньше, чем ниобия и титана.

4. После электролитического наводороживания оксидированного ниобий-титанового сплава наблюдается улучшение его износостойкости в ~ 4 раза.

Список литературы

1. Суперсплавы II. Жаропрочные материалы для аэрокосмических и промышленных энергоустановок / [ред. Р.Е Шалина].—М.: Металлургия, 1995. Кн. 1. — 352 с.
2. Орлов В.М. Характер разрушения ниобия при взаимодействии с водородом / В.М. Орлов, В. Ю. Новиков // Физ.-хим. механика материалов. — 1989. — №3. — С. 21–23 с.
3. Водородная хрупкость ниобия / [В.И. Аронс, Л.Л. Мигай, Н.П. Жук, Б.Н. Рыбаков] // Защита металлов.—1985. — №6. — С. 729–731.
4. The role of niobium oxide as a surface catalyst for hydrogen absorption / [A. Borgschulte, J. Rector, B. Dama et. ol] // Journal of catalysis.— 2009. — №235.— P. 353–538.
5. Murakami T. Friction and wear properties of zirconium and niobium in a hydrogen environment / [T. Murakami, H. Mano, K. Kaneda at al.] // Wear.— 2010. —268. — P. 721–729.
6. Механізм і закономірності окиснення системи Nb–Ti та Nb–Ti–Si / [С.М. Лютий, О.І. Єлісєєва, В.І. Степанишин та ін.] // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — 1995. — №1. — С. 107–115.
7. Рацька Н.Б. Підвищення зносотривкості ніобій-титанового сплаву оксидуванням / Н.Б. Рацька, Х.Б. Василів, В.А. Винар // Фізико-хімічна механіка матеріалів. — 2012. — №3. — С. 117–121
8. Похмурський В.І. Підвищення зносостійкості сплаву системи Nb–Ti шляхом термодифузійного оксидування / Рацька Н.Б., Василів Х.Б., Винар В.А. // Проблеми прочности.—2016.—№6.— С.13–20.

*О.М. Герасимчук, д.т.н., О.В. Кононученко, к.т.н.
(Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, Україна)*

Прогнозування втомної довговічності за регулярного циклічного навантаження

Запропоновано модель для оцінки втомної довговічності матеріалу з урахуванням мікроструктури, концентрації напружень і асиметрії циклу навантаження. Для розрахунку за моделлю достатньо мати результати випробувань на короткочасний розтяг та характеристики мікроструктури вихідного матеріалу.

Вступ.

Процес втомного руйнування матеріалів та елементів конструкцій на сьогодні загально прийнято розділяти на дві стадії: стадію зародження тріщини і стадію її росту до руйнування. У роботі [1] було запропоновано оцінювати довговічність (тобто кількість циклів навантаження) до руйнування N_{total} як суму довговічностей до ініціювання тріщини N_i і під час її росту N_{FCG} :

$$N_{total} = N_i + N_{FCG} \quad (1)$$

Для оцінки втомної довговічності до ініціювання тріщини глибиною в один розмір зерна d за регулярного циклічного симетричного одновісного навантаження гладких зразків з титанових сплавів у [1] було отримано наступне рівняння:

$$N_i = \beta^2 / (\sigma_a - \sigma_{-1})^2 \quad (2)$$

$$\beta = EM / \left((1 + \nu)^3 \sqrt{\pi(1 - \nu)} \right), \quad (3)$$

де M – середнє значення фактору Тейлора відносно напрямку дії σ_a , яке визначається з аналізу кристалографічної текстури вихідного матеріалу, E – модуль пружності і ν – коефіцієнт Пуассона, що визначаються з випробувань на короткочасний розтяг, σ_{-1} – границя витривалості за симетричного циклу (параметр, що розраховується), σ_a – амплітуда прикладеного напруження, N_i – кількість циклів навантаження.

Границю витривалості можна визначити за отриманою в [2] феноменологічною залежністю σ_{-1} від розміру зерна d :

$$\sigma_{-1} = E \sqrt{b} / \sqrt{l_c}, \quad (4)$$

$$l_c = E^2 b \left(A + B \cdot \arctg \left(\left(E \sqrt{b / (4d)} - A \right) / B \right) \right)^{-2}, \quad (5)$$

де $A = (\sigma_f + \sigma_p) / 2$; $B = (\sigma_p - \sigma_f) / \pi$; $\sigma_f \cong ME [2(1 + \mu)]^{-1} \cdot 10^{-3}$ – напруження внутрішнього тертя в кристалічній ґратці; σ_p – границя пропорційності; b – модуль вектора Бюргерса.

Довговічність на другій стадії втомного руйнування N_{FCG} , тобто під час росту втомної тріщини від початкової глибини $l = d$ до кінцевої глибини $l = l_t$, розраховується наступним чином [1]:

$$N_{FCG} = \frac{1}{b} \left[\int_d^{l_t} \left(\frac{2K_{th,l}}{\sigma_a(Y_1 + Y_2)\sqrt{\pi l}} \right)^{m_l} dl + \left(\frac{K_{th}}{K_T} \right)^m \int_{l_i}^{l_t'} \left(\frac{K_T}{\sigma_a Y_2 \sqrt{\pi l}} \right)^{m_l'} dl \right] + \frac{1}{b} \left[\int_{l_i}^{l_t'} \left(\frac{K_{th}}{\sigma_a Y_2 \sqrt{\pi l}} \right)^m dl \right], \quad (6)$$

$$\text{де } l_i = l_s (\sigma_{-1}/\sigma_a)^2, \quad l_s = \frac{8^2 \cdot \pi (1 + \nu)^2 h}{12 \cdot M^2 b} \cdot d, \quad \Delta K_{th,l} = \Delta K_{th,d} \frac{Y_2}{Y_1} \left(\frac{l}{d} \right)^{m'},$$

$$m' = \frac{1}{2} \cdot \log \left(\frac{l_s}{d} \right) / \log \left(\frac{l_s \cdot \sigma_{-1}^2}{d \cdot \sigma_a^2} \right), \quad K_{th,d} = \sigma_{-1} Y_1 \sqrt{\pi d}, \quad m_l = 3 \frac{\log(E\sqrt{b}) - \log K_f}{\log K_{th,l} - \log K_f}$$

,

$$m = 3 \frac{\log(E\sqrt{b}) - \log K_f}{\log K_{th} - \log K_f}, \quad \log K_f = \frac{1}{3} (3 \log E + \log \sqrt{b} - 5), \quad K_{th} = \sigma_{-1} Y_2 \sqrt{\pi l_s},$$

$$K_T = \sigma_p \sqrt{12 \cdot \pi d}, \quad m_l = \left(m_d \cdot \log \frac{\sigma_a}{\sigma_{-1}} - m \cdot \log \frac{K_T}{K_{th}} \right) / \log \sqrt{d/l_i'},$$

$$m_d = 3 \frac{\log(E\sqrt{b}) - \log K_f}{\log K_{th,d} - \log K_f}, \quad l_i' = 12 \cdot d (\sigma_p / Y_2 \sigma_a)^2,$$

l_t – кінцева глибина тріщини, що приймається за критерій руйнування від втоми; h – відстань між сусідніми паралельними площинами ковзання у кристалічній ґратці залежно від того, яка система ковзання активується відповідно до визначеного фактора Тейлора; Y_1 та Y_2 – це геометричні фактори для найглибшої точки фронту плоскої напівкруглої поверхневої тріщини: $Y_2 = 0,73$ – для довгої тріщини, Y_1 – для короткої тріщини розміром d , залежно від M розраховується за формулою: $Y_1 = Y_2 (2\sqrt{1/(d/l_s + 1)} - 1)$.

Метою даної роботи є застосування запропонованого вище підходу для випадку, коли втомна тріщина ініціюється і росте від вершини концентратора напружень, а також за наявності асиметрії циклу навантаження, що, як правило, відбувається в елементах конструкцій, які працюють в умовах змінних навантажень.

Концентрація напружень. Виходячи з рівнянь (2) і (3), пропонується вплив концентрації напружень на довговічність враховувати у параметрі, що являє собою границю витривалості. Вплив концентрації напружень на грани-

цю витривалості зазвичай представляється ефективним коефіцієнтом концентрації K_f , що визначається відношенням границі витривалості гладких зразків до границі витривалості зразків з концентратором. У [3] запропоновано емпіричну формулу для визначення K_f в наступному вигляді:

$$K_f = K_t / \sqrt{1 + 4,5 \cdot l_c^* / \rho}, \quad (7)$$

де K_t – теоретичний коефіцієнт концентрації напружень для концентратора радіусом ρ , l_c^* – критична відстань. Ця формула добре працює для так званих «тупих і мілких» концентраторів ($K_t \leq 4$), зокрема для круглих або еліптичних отворів.

Припускається, що параметри l_c^* з рівняння (7) і l_c з рівняння (4) є однаковими за таких малих K_t . Таким чином, враховуючи (4) і (7), формула для розрахунку границі витривалості зразків з тупими і мілкими ($K_t < 4$) концентраторами матиме наступний вигляд:

$$\sigma_{-1} = E \sqrt{b} \sqrt{1/l_c + 4,5/\rho} / K_t, \quad (8)$$

де l_c розраховується за формулою (5).

Після того, як тріщина ініціювалась у вершині концентратора, вона спочатку росте в умовах градієнту напружень допоки не вийде з так званої зони впливу концентратора. Глибина цієї зони l^* може бути розрахована за формулою [4]:

$$l^* = \rho / (K_t^2 - 1). \quad (9)$$

Для тріщини, що росте у зоні впливу концентратора, пропонується у розрахунках довговічності замість амплітуди прикладених напружень σ_a використовувати амплітуду усереднених прикладених напружень $\bar{\sigma}_a(l)$, яку можна розрахувати за наступною спрощеною формулою [4]:

$$\bar{\sigma}_a(l) = K_t \cdot \sigma_a \cdot (1 - l/\rho). \quad (10)$$

Отже, довговічність під час росту втомної тріщини від вершини концентратора буде розраховуватись за таким же рівнянням (6), що і для гладких зразків, тільки одна з трьох ділянок росту буде розділена ще на дві частини залежно від розміру зони впливу концентратора l^* по відношенню до розмірів характерних ділянок l_i та l'_i .

Для підтвердження достовірності запропонованої вище моделі для оцінки довговічності з урахуванням концентрації напружень було використано результати випробувань на втому в умовах симетричного згину зразків «конденсат/підкладка» з титанового сплаву Ti-6Al-4V [5], які містили концентратори напружень у вигляді дефектів від технології виготовлення конденсату. Для розрахунку довговічності зразків із конденсату сплаву Ti-6Al-4V за розробленою моделлю було використано наступні вихідні дані: $E = 1,25 \cdot 10^5$ МПа,

$\nu = 0,3$, $\sigma_p = 820$ МПа, $d = 3,5$ мкм (взято з [5]). $h = b\sqrt{3} = 4,33 \cdot 10^{-10}$ м, $b = 2,5 \cdot 10^{-10}$ м, $M = 2$ (взято з [1]). Теоретичні коефіцієнти концентрації K_t для кожного випробуваного зразка з відповідним діаметром концентратора 2ρ були розраховані за допомогою методу скінченних елементів. На рис. 1,а наведено результати випробувань на втому до руйнування за встановленим критерієм $l_t = 0,1$ мм [5] зразків (конденсат / підкладка) зі сплаву Ti-6Al-4V. Там же нанесено розраховані за запропонованою моделлю криві втоми до руйнування для умовно бездефектного конденсату і для конденсату з найбільшим концентратором. Як видно з рис. 3,а, практично всі експериментальні точки (не зафарбовані символи), що представляють зразки з дефектами різного діаметру, лежать в області, обмеженій цими кривими. На рис. 1,б представлено порівняння розрахованих та експериментально встановлених довговічностей до руйнування для кожного випробуваного зразка, з якого видно задовільний збіг розрахунку з експериментальними даними.

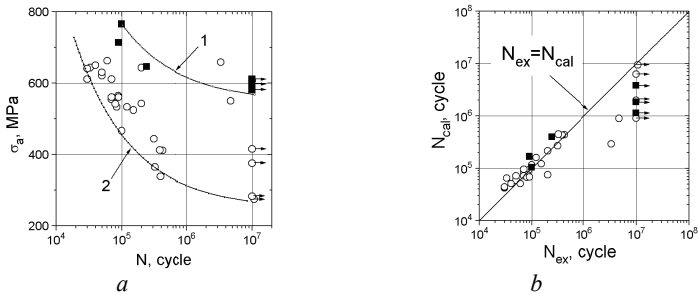


Рис. 1. Порівняння результатів розрахунку і експерименту: а – розраховані криві втоми: крива 1 для умовно бездефектного конденсату ($\rho = \infty$, $K_t = 1$), крива 2 для конденсату з концентратором у вигляді наскрізного отвору діаметром $2\rho = 300$ мкм ($K_t = 2.913$); б – порівняння розрахованих N_{cal} довговічностей з експериментальними N_{ex} . \circ , \blacksquare – експериментальні дані; \circ – руйнування ініціювалося від дефекту в конденсаті, \blacksquare – руйнування починалося від поверхні підкладки (умовно бездефектний конденсат).

Асиметрія циклу. Пропонується вплив асиметрії циклу напружень враховувати у рівнянні довговічності до ініціювання тріщини через вплив середнього напруження циклу на границю витривалості. На сьогодні втомна міцність за асиметричного циклу навантаження визначається розмахом напружень $\Delta\sigma_R$ або максимальним напруженням циклу $\sigma_{\max,R}$, як степеневою емпіричною функцією границі витривалості за симетричного циклу і середнього напруження циклу [6]:

$$\Delta\sigma_R = \Delta\sigma_{-1} \left(1 - (\sigma_m / \sigma_L)^n \right), \quad (11)$$

де σ_m – середнє напруження циклу, σ_L – гранична умова, якою може бути або границя міцності σ_B , або напруження текучості $\sigma_{0,2}$. Для титанових сплавів припускається, що $n=1$ і $\sigma_L = \sigma_{0,2}$. Тоді, враховуючи, що $\Delta\sigma_{-1} = 2\sigma_{-1}$, $R = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$ і $\sigma_m = (\sigma_{\min} + \sigma_{\max})/2$, з (11) отримаємо вираз для оцінки границі витривалості за різних асиметрій R :

$$\Delta\sigma_R = 2\sigma_{-1}/(1 + (\sigma_{-1}(1+R))/(\sigma_{0,2}(1-R))) \quad (12)$$

та

$$\sigma_{\max,R} = \Delta\sigma_R/(1-R). \quad (13)$$

Тоді рівняння довговічності до ініціювання тріщини з урахуванням асиметрії циклу для титанових сплавів матиме наступний вигляд:

$$N_i = \beta^2 / (\sigma_{\max} - \sigma_{\max,R})^2, \quad (14)$$

або

$$N_i = (1-R)^2 \beta^2 / (\Delta\sigma - \Delta\sigma_R)^2, \quad (15)$$

де β визначається за формулою (3).

На стадії росту тріщини використовується рівняння (6) без змін, оскільки ключовий параметр l_s , що визначається відношенням порогового КІН до границі витривалості, є постійною величиною для окремого матеріалу і не залежить від асиметрії, тільки замість σ_{-1} потрібно підставляти $\sigma_{\max,R}$, а замість σ_a підставляти σ_{\max} .

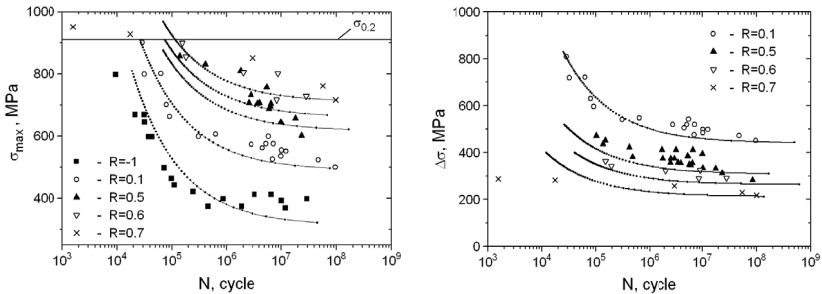


Рис. 2. Порівняння розрахованих кривих утоми до руйнування з експериментальними даними за різних R для титанового сплаву Ti-6Al-4V. Експериментальні дані взято з [7].

Для підтвердження достовірності запропонованого підходу було використано експериментальні дані втомних випробувань за різних асиметрій зразків із титанового сплаву Ti-6Al-4V, взяті з літературних джерел [7]. У розрахунках використано наступні вихідні дані: $E = 1,1 \cdot 10^5$ МПа, $\nu = 0,3$, $\sigma_{0,2} = 915$ МПа, отже, $\sigma_p \cong 0,75 \cdot \sigma_{0,2} = 686$ МПа, $d = 20 \cdot 10^{-6}$ м, $l_t = 2$ мм і

$M = 2,174$ (взято з [7]), $b = 2,5 \cdot 10^{-10}$ м, $h = 4,5 \cdot 10^{-10}$ м (взято з [1]). На рис. 2 наведено розраховані криві втоми до руйнування за критерієм $l_f = 2$ мм у порівнянні з експериментальними даними, які показують загалом задовільний збіг розрахунку і експерименту, що таким чином підтверджує достовірність запропонованого підходу. Натомість окремі експериментальні дані, що представляють результати втомного руйнування за доволі високих значень прикладеного напруження $\sigma_{\max} > \sigma_{0,2}$, показують на порядок менші довговічності ніж розраховані. Це свідчить про те, що запропонована модель для оцінки довговічності до ініціювання тріщини (рівняння (2) та (14) з урахуванням (3)) може використовуватись тільки для умов багаточислової втоми, тобто, коли прикладене напруження циклу σ_{\max} знаходиться у межах пружної області статичної діаграми деформування.

Запропонований підхід може бути використаний для експрес-оцінки характеристик опору втомному руйнуванню на етапі розробки нових матеріалів, а також для оцінки залишкового ресурсу елементів конструкцій, без застосування коштовних і довготривалих випробувань на втому та втомну тріщиностійкість.

Список літератури

1. Herasymchuk O.M., Kononuchenko O.V., Markovsky P.E., Bondarchuk V.I. Calculating the fatigue life of smooth specimens of two-phase titanium alloys subject to symmetric uniaxial cyclic load of constant amplitude. *Int. J. Fatigue*. – 2016. – No.83. – P. 313–322.
2. Herasymchuk O.M. Nonlinear relationship between the fatigue limit and quantitative parameters of material microstructure. *Int. J. Fatigue*. – 2011. – No.33. – P. 649–659.
3. Lukas P., Klesnil M. Fatigue limit of notched bodies. *Mater. Sci. Eng.* – 1978. – No. 34. – P. 61–66.
4. Chan K.S. A microstructure - based fatigue - crack - initiation model. *Metall. Mater. Trans. A*. – 2003. – No. 34A. – P. 43–58.
5. Herasymchuk O.M., Sergienko G.A., Bondarchuk V.I., Terukov A.V. Nalimov Yu.S., Gryaznov B.A. Fatigue strength of an $(\alpha + \beta)$ -type titanium alloy Ti-6Al-4V produced by the electron-beam physical vapor deposition method. *Strength of Materials*. – 2006. – No. 38(6). – P. 651–658.
6. Sadananda K., Sarkar S., Kujawski D., Vasudevan A.K. A two-parameter analysis of S-N fatigue life using $\Delta\sigma$ and σ_{\max} . *Int. J. Fatigue*. – 2009. – No. 31. – P. 1648–1659.
7. Peters J.O., Boyce B.L., Chen X., McNaney J.M., Hutchinson J.W., Ritchie R.O. On the application of the Kitagawa–Takahashi diagram to foreign-object damage and high-cycle fatigue. *Engineering Fracture Mechanics*. – 2002. – No. 69. – P. 1425–1446.

V.V. Stavytskyy¹, O.V. Bashta², P. L. Nosko², P. V. Fil²
¹ (Eastukrainian National university, Ukraine)
² (National aviation university, Ukraine)

Energetic air-pumping losses in high-speed transmission

A new model has been developed, which makes it possible to predict air-pumping losses for main characteristics of gear transmission geometry. The results are based on thermodynamic analysis of the air-oil pressure. Obtained results have been experimentally validated over a wide range of speeds and gear geometries.

During the meshing of high-speed gears, the mixture of air and lubricant is successively compressed and expanded in the intertooth spaces giving rise to significant power loss. During the time-period in which a tooth first crosses the addendum cylinder and proceeds to fill up most of the volume between the teeth, a fraction of the air and the lubricant in the tooth space is expelled out of the gear. The time duration of a mesh period in turbo machinery is extremely short and the air-lubricant mixture can be significantly compressed. This is followed by a suction effect when the intertooth volume increases as the meshing teeth start to separate. The total loss corresponds to the energy exchanged with the external environment for both the compression and suction phases. Pocketing power losses are the independent of load. The literature on this phenomenon is rather sparse; most papers report mainly experimental evidence, and the heating problems associated with fluid being expelled between the teeth are simply qualitatively examined in the classic handbooks of Buckingham [2] and Dudley [5]. From an analytical point of view, Rosen has determined the air-flow velocity in spur gears using an incompressible flow. Substantial pressure and temperature rises have been found by Pechersky and Wittbrodt in their analysis of incompressible and compressible fluid flow between meshing spur gear teeth. On the basis of similar theoretical foundations, Butsch [3] has developed a compressible flow model for spur. In a series of papers, Matsumoto et al. [9] have analysed the thermal behaviour of high-speed helical gears and have obtained uneven temperature distributions along tooth faces in agreement with their experimental findings. Smith has noted that noise can be generated when oil is trapped in the roots of wide-faced gears and the acoustic measurements of Houjoh and Umezawa [8] prove that the pulsating flow from the gear pumping action can be a significant source of noise. There is substantial body [6], [4] of numeral mathematical models of compression and expansion of air-lubricant mixture in the intertooth space.

In the present article, an original model aimed at simulating the trapping phenomenon of a gas in the tooth interspaces of spur gears is set up. Model, based on thermodynamic analysis of the air-oil pressure, makes it possible to predict of air-pumping losses for main characteristic of gear transmission geometry.

Model formulation

Closed intertooth volume is formed during time-period that is determined by angular coordinates p . A (start of meshing) and p . F (end of contact for two pairs of

teeth). (fig. 1): $\varphi_A = \frac{N_1 A}{r_{b1}} = \frac{N_1 P + N_2 P - N_2 A}{r_{b1}} = (1+u) \cdot tg \alpha_w - u \cdot tg \alpha_{a2}$ and

$$\varphi_F = \frac{N_1 F}{r_{b1}} = \frac{N_1 P - a}{r_{b1}} = \frac{N_1 P - (p_b - L_2)}{r_{b1}} = tg \alpha_{a1} - \tau_1.$$

Using an equation [1] to determine relative butt end section area of the intertooth space as a function of a gear rotation angle, it possible to present in coordinate system zN_1y (fig. 1):

$$\bar{f}(\bar{\varphi}) = \frac{f(y)}{\tau_1^3 \cdot r_{b1}^2} = a \cdot \bar{\varphi}^2 + b \cdot \bar{\varphi} + c, \quad (1)$$

where $f(y)$ - butt end section area of the intertooth space; $a = \left(\frac{1+u}{2 \cdot u} \right)$

$\bar{\varphi} = \frac{y}{\tau_1 \cdot r_{b1}}$ - dimensionless rotational angle of gear;; $b = \left(\frac{1+u}{2 \cdot u} \right) \cdot [1 - 2 \cdot tg \bar{\alpha}_w]$;

$$c = \frac{1+u}{2 \cdot u} \left[(1+u) \cdot tg^2 \bar{\alpha}_w - tg \bar{\alpha}_w + \frac{1}{3} \right] - \frac{1}{3} \left(tg^3 \bar{\alpha}_{a1} + \frac{tg^3 \bar{\alpha}_{a2}}{u} \right) - \frac{(\bar{A}_1^2 - \bar{B}_1^2)}{2} \cdot (\bar{\gamma}_1) - (\bar{A}_1^2 - \bar{B}_1^2 + \bar{A}_2^2 - \bar{B}_2^2) \times$$

$$\times (\text{inv} \bar{\alpha}_w) - \frac{(\bar{A}_2^2 - \bar{B}_2^2)}{2 \cdot u} \cdot (\bar{\gamma}_2) + \bar{A}_2^2 \cdot \left(\frac{\text{inv} \bar{\alpha}_{a2}}{u} \right) + \bar{A}_1^2 \cdot (\text{inv} \bar{\alpha}_{a1}) + \frac{(\bar{I}_1 - \bar{B}_1^2)}{2} + \frac{(\bar{I}_2 - \bar{B}_2^2)}{2 \cdot u}.$$

$$\bar{A}_1 = \frac{r_{a1}}{\tau_1 \cdot r_{b1}} = \frac{1/\tau_1 + (h_a^* + x_1)/\pi}{\cos \alpha}; \quad \bar{A}_2 = \frac{r_{a2}}{\tau_2 \cdot r_{b2}} = \frac{1/\tau_2 + (h_a^* + x_2)/\pi}{\cos \alpha}; \quad \bar{I}_1 = \frac{1}{\tau_1};$$

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{\tau_2}; \quad \bar{B}_1 = \frac{r_{f1}}{\tau_1 \cdot r_{b1}} = \frac{1/\tau_1 - (c^* + x_1)/\pi}{\cos \alpha}; \quad \bar{B}_2 = \frac{r_{f2}}{\tau_2 \cdot r_{b2}} = \frac{1/\tau_2 - (c^* + x_2)/\pi}{\cos \alpha};$$

$$tg \bar{\alpha}_w = \frac{tg \alpha_w}{\tau_1}; \quad tg \bar{\alpha}_{a1} = \frac{\sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2}}{\tau_1 \cdot r_{b1}} = \sqrt{\bar{A}_2^2 - \bar{I}_1^2}; \quad tg \bar{\alpha}_{a2} = \frac{\sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2}}{\tau_2 \cdot r_{b2}} = \sqrt{\bar{A}_2^2 - \bar{I}_2^2}.$$

That is, the cross section area is changing with parabolic law. This is noted by other authors who performed numerical calculations [4], [6].

Angular relative coordinate, which corresponds to the minimum closed volume and therefore corresponds to the end of compression phase of the air-lubricant mixture, is expressed through the root of the equation: $2 \cdot a \cdot \bar{\varphi} + b = 0$:

$$\bar{\varphi}_D = -\frac{b}{2 \cdot a} = tg \bar{\alpha}_w - \frac{1}{2}.$$

Relative angular coordinates of points A and F are correspondingly expressed by equations:

$$\bar{\varphi}_A = \frac{\varphi_A}{\tau_1} = (1+u) \cdot tg \bar{\alpha}_w - tg \bar{\alpha}_{a2}, \quad \bar{\varphi}_F = \frac{\varphi_F}{\tau_1} = tg \bar{\alpha}_{a1} - 1. \quad (2)$$

Squeezed volume that is changing can be written as:

$$v_{cm} = f(y) \cdot b_w = b_w \cdot \tau_1^3 \cdot r_{b1}^2 \cdot (a \cdot \bar{\varphi}^2 + b \cdot \bar{\varphi} + c). \quad (3)$$

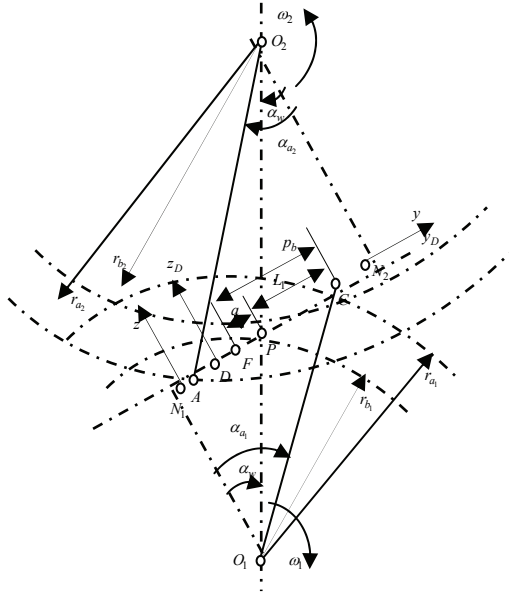


Fig. 1. Determination of positions characteristic points is on the line of contact

Instantaneous volumetric flow of the air-lubricant mixture from the enclosed volume from the butt-end cross-section equals to the displaced volume,

$$\frac{dv_{cm}}{dt} = \frac{dv_{cm}}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = b_w \cdot \omega_1 \cdot \tau_1^2 \cdot r_{b1}^2 \cdot (2 \cdot a \cdot \varphi + b). \quad (4)$$

Escape speed of air-oil mixture from enclosed volume in the axial direction during the compression process can be written as a ratio of air-oil mix volume loss to variable butt-end teeth cavity area:

$$V_a = \frac{dv_{cm}}{2 \cdot f(\varphi) dt} = b_w \cdot \omega_1 \cdot \frac{a \cdot \varphi + b/2}{a \cdot \varphi^2 + b \cdot \varphi + c}. \quad (5)$$

Average integral of air-oil mixture escape speed during compression and expansion phases are correspondingly:

$$(V_a)_{com}^m = \frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\varphi_D - \varphi_A)} \int_{\varphi_A}^{\varphi_D} \frac{2 \cdot a \cdot \varphi + b}{a \cdot \varphi^2 + b \cdot \varphi + c} = \frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\varphi_D - \varphi_A)} \ln \left| \frac{a \cdot \varphi_D^2 + b \cdot \varphi_D + c}{a \cdot \varphi_A^2 + b \cdot \varphi_A + c} \right|$$

$$(V_a)_{exp}^m = \frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\varphi_F - \varphi_D)} \int_{\varphi_D}^{\varphi_F} \frac{2 \cdot a \cdot \varphi + b}{a \cdot \varphi^2 + b \cdot \varphi + c} = \frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\varphi_F - \varphi_D)} \ln \left| \frac{a \cdot \varphi_F^2 + b \cdot \varphi_F + c}{a \cdot \varphi_D^2 + b \cdot \varphi_D + c} \right|$$

Average integrals of volumetric flow during compression and expansion phases are correspondingly:

$$(q)_{com}^m = \frac{\tau_1^2 \cdot r_{b1}^2 \cdot b_w \cdot \omega_1}{\bar{\varphi}_D - \bar{\varphi}_A} \cdot \left[a \cdot (\bar{\varphi}_D^2 - \bar{\varphi}_A^2) + b \cdot (\bar{\varphi}_D - \bar{\varphi}_A) \right] = \frac{u+1}{u} \cdot \tau_1^2 \cdot r_{b1}^2 \cdot b_w \cdot \omega_1 \cdot (0,5 - \chi_2)$$

$$(q)_{exp}^m = \frac{\tau_1^2 \cdot r_{b1}^2 \cdot b_w \cdot \omega_1}{\bar{\varphi}_F - \bar{\varphi}_D} \cdot \left[a \cdot (\bar{\varphi}_F^2 - \bar{\varphi}_D^2) + b \cdot (\bar{\varphi}_F - \bar{\varphi}_D) \right] = \frac{u+1}{u} \cdot \tau_1^2 \cdot r_{b1}^2 \cdot b_w \cdot \omega_1 \cdot (0,5 - \chi_1)$$

$$\text{where } \chi_1 = \frac{tg \alpha_{a1} - tg \alpha_w}{\tau_1} = tg \alpha_{a1} - tg \alpha_w; \quad \chi_2 = \frac{tg \alpha_{a2} - tg \alpha_w}{\tau_2} = tg \alpha_{a2} - u \cdot tg \alpha_w.$$

Pressure in the enclosed volume can be looked at as a thermodynamic process of air-oil mixture escape from the final and variable (as a consequence of spur gear rotations) volume through the opening of a variable cross-section at cavity butt ends.

Assuming that the pressure at spur gear butt ends has a constant value and is equals to atmospheric pressure, flow speed from the enclosed volume can be written as:

$$(V_a)_{com}^m = \frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\bar{\varphi}_D - \bar{\varphi}_A)} \ln \left| \frac{a \cdot \bar{\varphi}_D^2 + b \cdot \bar{\varphi}_D + c}{a \cdot \bar{\varphi}_A^2 + b \cdot \bar{\varphi}_A + c} \right| = \mu \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \frac{p_{com}}{\rho_{com}} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_a}{p_{com}} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}. \quad (6)$$

Solving the equation (6) for the pressure and keeping in mind, that $\bar{\varphi}_D - \bar{\varphi}_A = \chi_2 - 0,5$, get:

$$p_{com} = \frac{p_a}{\left[1 - \xi \cdot \frac{p_a}{R \cdot T_{com}} \cdot \left(\frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\chi_2 - 0,5)} \ln \left| \frac{a \cdot \bar{\varphi}_D^2 + b \cdot \bar{\varphi}_D + c}{a \cdot \bar{\varphi}_A^2 + b \cdot \bar{\varphi}_A + c} \right| \right)^2 \right]^{\frac{k}{k-1}}}, \quad (7)$$

where $\xi = \frac{(k-1)\rho_a}{2k \cdot p_a}$ - constant coefficient that depends on evaporated oil

concentration in air-oil mixture and on environmental parameters around spur gears.

In the expansion phase during the increase of the enclosed volume, air-oil mixture inflows from the spur gear case into the space between teeth. Movement of the air-oil mixture, in this case, can be thought of as outflow from a limitless capacity vessel. Air-oil mixture parameters (p_a , v_a , T_a) in the transmission case are assumed to be constant.

It follows that the linear speed of closed area filling can be written as:

$$(V_a)_{exp}^m = \frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\bar{\varphi}_F - \bar{\varphi}_D)} \ln \left| \frac{a \cdot \bar{\varphi}_F^2 + b \cdot \bar{\varphi}_F + c}{a \cdot \bar{\varphi}_D^2 + b \cdot \bar{\varphi}_D + c} \right| = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \frac{p_a}{\rho_a} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_{exp}}{p_a} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}. \quad (8)$$

Solving the equation (8) for the air-oil mixture pressure in spaces between teeth during the expansion process, p_{exp} , and keeping in mind that

$$\bar{\varphi}_F - \bar{\varphi}_D = \chi_1 - 0,5, \text{ get:}$$

$$p_{\text{exp}} = p_a \cdot \left[1 - \xi \cdot \left(\frac{b_w \cdot \omega_1}{2 \cdot \tau_1 \cdot (\chi_1 - 0,5)} \ln \left| \frac{a \cdot \bar{\varphi}_F^2 + b \cdot \bar{\varphi}_F + c}{a \cdot \bar{\varphi}_D^2 + b \cdot \bar{\varphi}_D + c} \right| \right)^2 \right]^{\frac{k}{k-1}}. \quad (9)$$

Power losses are equal to a sum of losses during phases of compression and expansion

$$P_{\text{pock}} = (p_{\text{com}} - p_a) \cdot (q)_{\text{com}}^m + (1 - p_{\text{exp}}) \cdot (q)_{\text{exp}}^m. \quad (10)$$

Validation of the model

To check the adequacy of the proposed model, pressure calculation was performed for a spur gear with following parameters: $z_1 = z_2 = 76$, $b_w = 100 \text{ mm}$, $m = 4 \text{ mm}$, $a_w = 304 \text{ mm}$, $\alpha_w = 20^\circ$, $\varepsilon = \chi_1 + \chi_2 = 1,82$. For such a gear transmission, Houjoh [4], [7], [8] carried out measurements of air pressure in teeth cavities.

When number of pinion teeth and gear are equal, coefficients are significantly simplified in the equations: $a = a_0 = 2$, $b = b_0 = 2 \cdot [1 - 2 \cdot \text{tg} \bar{\alpha}]$,

$$c_0 = \text{tg} \bar{\alpha}_w [2 \cdot \text{tg} \bar{\alpha}_w - 1] + \frac{1 - 2 \cdot (\text{tg}^3 \bar{\alpha}_w)}{3} - (\bar{A}^2 - \bar{B}^2) \cdot (\bar{\gamma}) - (\bar{A}^2 - \bar{B}^2) \cdot (2 \text{in} \bar{\alpha}_w) + \bar{A}^2 \cdot (2 \text{in} \bar{\alpha}_a) + (\bar{1} - \bar{B}^2).$$

Fig. 2 compares the results of calculations (equations (7) (9)) of maximum and minimum pressure versus rotational speed with experimental and calculated data [4]. The experimental and simulated pressure curves are very similar and it is found that increasing rotational speed amplifies both the maximum and minimum pressure.

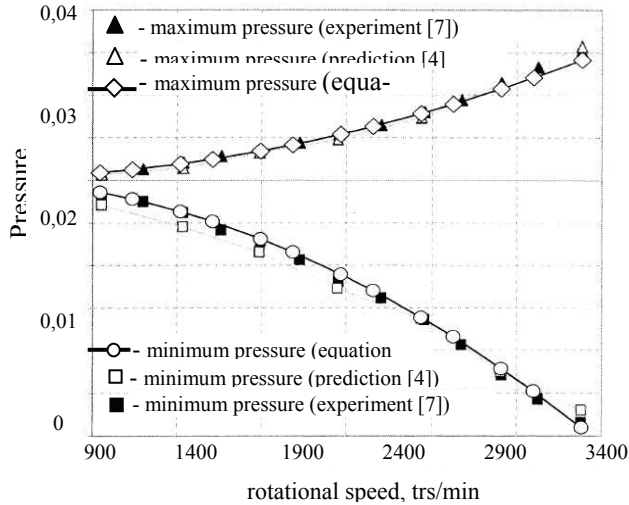


Fig. 2. Maximum and minimum pressure versus speed (spur gear)

Fig. 3 presents the results of calculations (equation (10)) pocketing power losses versus rotational speed.

Conclusion

A new model has been developed, which makes it possible to simulate the trapping of a gas (air–lubricant mixture) between the intertooth spaces during the meshing of spur and helical gears. The numerical predictions are compared with the experimental evidence over a wide range of speeds and gear geometries.

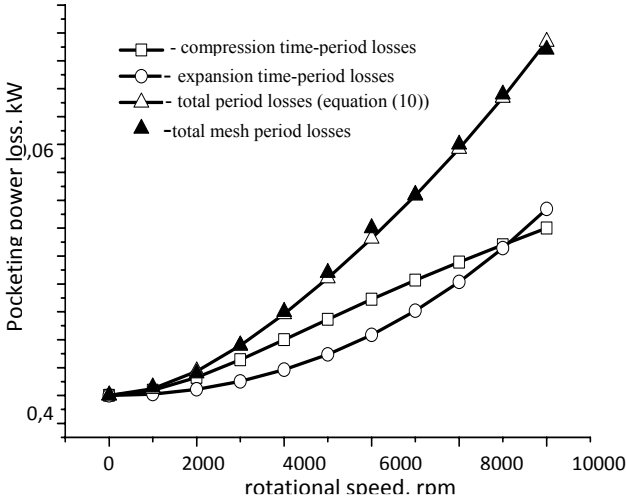


Fig. 3. Components of pocketing power losses for gear pairs having

Notation

μ - speed coefficient of the butt end section area of the intertooth space;
 k - the polytropic coefficient of the air–lubricant mixture; q - volumetric flow, m^3/s ; p_a - environment pressure, Pa; ρ_a - environment density, kg/m^3 ; T_{com} - temperature of the air–lubricant mixture in closed intertooth volume during compression, K° ; R - specific constant the air–lubricant mixture, $\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$; m - gear module, m; h_a^* - addendum coefficient; c^* - root coefficient; z_1, z_2 - number of teeth of the pinion and gear accordingly; u - gear ratio; ε - contact ratio; τ_1, τ_2 - angle pitch of the pinion and gear accordingly, m, rd; r_1, r_2 - pitch radius of the pinion and gear accordingly, m, m; r_{b1}, r_{b2} - base pitch radius of the pinion and gear accordingly, m; α_{a1}, α_{a2} - addendum pressure angles of the pinion and gear accordingly, rd; α_w - pitch pressure angle, rd; r_{a1}^2, r_{a2}^2 - addendum radius of the

pinion and gear accordingly, m; r_{f1}^2 , r_{f2}^2 - root radius of the pinion and gear accordingly, m; x_1 , x_2 - cutter tool shift coefficient of the pinion and gear accordingly; $\gamma_1 = \frac{\pi}{z_1} + 4 \cdot x_1 \cdot \text{tg} \alpha - \frac{\Delta S_1}{2 \cdot r_1}$, $\gamma_2 = \frac{\pi}{z_2} + 4 \cdot x_2 \cdot \text{tg} \alpha - \frac{\Delta S_2}{2 \cdot r_2}$ - central tooth angles on the arcs of pitch circles of the pinion and gear accordingly, rd; ΔS_1 , ΔS_2 - lateral gap between teeth, m; b_w - face width, m; ω_1 - rotational speed of the pinion, rd/s; φ_A - start meshing angle coordinate, rd.

Reference

1. Bevz O. V. Improvement technical characteristics of cog-wheel pumps as CG by the removal of compression of working liquid in the clutched volume: dissertation on the receipt of sciences degree of cand. techn. sciences: special. 05.05.17 the "Hydraulic machines and hydraulic and pneumatic vehicle"/ O. V. Bevz. Sumy, 2004. - 20 p. (In Russian).
2. Buckingham E. Manual of gear design/ Buckingham E. - New York: Industrial Press, 1980. - 472 p.
3. Butsch, M. Hydraulische verluste schnell-laufender stirnradgetriebe. PhD Thesis (Bericht 240), University IMK of Stuttgart, 1989.
4. Diab Y. Experimental and numerical investigations on the air-pumping phenomenon in high-speed spur and helical gears / Y. Diab, F. Ville, H. Houjoh, P. Sainsot, P. Velex// - 2004 - Proc. IMechE. Vol. 219, Part C: J. Mechanical Engineering Science - 2004. p. 785-799.
5. Dudley D. W. Handbook of practical gear design/ Dudley D. W. - New York: McGraw-Hill, 1984. - 675 p.
6. Eaton M. Modelling gear base circle diameter and simulation of pressures within the meshing teeth of gear pumps/ M. Eaton, K. A. Edge, P. S. Keogh// Proceedings of the Conference on Recent advances in aerospace actuation systems and components, Toulouse, France, 13–15 June, 2001, pp. 21–26.
7. Houjoh H. Dynamic behaviour of atmosphere in a tooth space of a spur gear during mesh process from the viewpoint of efficient lubrication. / H. Houjoh, S. I. Ohshima, S. Miyata, T. Takimoto, K. Maenami// Proceedings of the 8th ASME International Power Transmission and Gearing Conference. -2000. Vol. 1. - p. 111–118.
8. Houjoh H. The sound radiated from gears (on the existence of aerodynamic sound). / H. Houjoh, K. Umezawa // JSME Int. J. - 1987. - № 30 (259). p. 153–160.
9. Matsumoto S. Evaluation method of power loss in high-speed gears. / S. Matsumoto, B. Asanabe, K. Takano, M. Yamamoto// Proceedings of the JSLE International Tribology Conference. - 1985. - p. 1165–1170.

Повышение износостойкости деталей газотурбинных двигателей в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

В работе исследована износостойкость легированных хромоалитированных покрытий полученных в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, с целью улучшения качества и срока службы деталей газотурбинных двигателей. Исследована структура и фазовый состав покрытий на сталях. Проведены испытания на износостойкость в условиях трения скольжения на машине трения СМТ-1.

Ключевые слова: износостойкость, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, сталь.

В связи с ускоренным развитием техники крайне актуальным стали вопросы повышения надежности и долговечности деталей газотурбинных двигателей (ГТД), которые в процессе работы испытывают воздействие больших статических и переменных напряжений при сравнительно высокой температуре. Улучшения их качества и эффективности работы, а также, вопросы экономии металлов, борьбы с коррозией и износом деталей являются актуальной проблемой.

Для решения этих проблем деталей ГТД из углеродистых материалов предлагается упрочнение поверхностного слоя хромом, алюминием, титаном, бором и кремнием.

Одним из наиболее перспективных методов повышения износостойкости поверхности деталей, является технология получения защитных покрытий в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) [1-7]. СВС, совмещенный с химическими транспортными реакциями, обеспечивает высокое качество и простоту получения защитных покрытий.

Формирование многокомпонентных хромоалитированных покрытий происходит в условиях теплового самовоспламенения или горения порошковых сред, содержащих газотранспортные добавки. Изменяющаяся во времени температура вначале за счет внешнего прогрева, а затем за счет воспламенения ведет к тому, что ни тепловое, ни химическое равновесие до полного окончания процесса и остывания продуктов невозможно. Скорости протекания химических процессов определяются кинетическими закономерностями, зависящими как от температуры, так и от диффузионных факторов. Однако, предполагая, по крайней мере, на стадии прогрева, что торможение диффузионных процессов газовой фазы невелики, а скорость изменения температуры мала по сравнению со скоростью протекания газозависимых химических реакций, можно считать, что каждому температурному значению соответствует равновесный состав продуктов.

Для проведения поверхностного диффузионного насыщения изделия, необходимо создать направленный диффузионный поток атомов насыщающего элемента с поверхности в глубь изделия, что возможно при условии одновременного протекания трех основных процессов: образования свободных атомов насыщающего элемента на поверхности изделия, подвергающегося диффузионному насыщению; адсорбции (поглощение поверхностью) атомов насыщающего элемента изделием; диффузии адсорбированных атомов в глубь изделия [8].

Адсорбция атомов обеспечивается непосредственным контактом свободных атомов насыщающего элемента с поверхностью изделия, проходящего термодиффузионное насыщение. При этом важную роль играет процесс восстановления окислов на поверхности изделия, так как при любой тщательной подготовке изделия к диффузионному насыщению на поверхности его всегда успевает образоваться окисная пленка, препятствующая адсорбции атом насыщающего элемента [9].

Диффузионное насыщение двумя и более элементами открывает неограниченные возможности получения особых свойств на поверхности медных сплавов. Многокомпонентное насыщение проводят совместно и последовательно. Технологические приемы те же, что и при одновременном насыщении: в порошках, вакууме, расплавах солей и металлов, в газовых средах и т. д. [10-11].

Из многокомпонентных композиций значительный интерес представляют шихты, содержащие алюминий, хром, бор, кремний и титан. Эти покрытия надежно предохраняют материалы для ГТД от износа при повышенных температурах и в ряде агрессивных сред.

Состав насыщающей шихты выбирали исходя из требований к износостойким покрытиям и особенностям формирования защитных покрытий на углеродистых материалах. Для постановки экспериментов применяли порошки: использовали Cr_2O_3 – оксид хрома (III), Al – алюминий марки АПВ, Si – кремний марки Кр1, Al_2O_3 – оксид алюминия (III), SiO_2 – оксид кремния, В – бор технический, J₂ – металлический йод дисперсностью 200-350 мкм.

Возможность осуществления химических транспортных реакций в волне горения основана на том, что в процессе горения происходит последовательная смена температурных режимов, и температура в каждой точке смеси возрастает непрерывно от T_0 до T_{max} . В этих условиях, при очень малой длине диффузионного пути, резко возрастает интенсивность диффузионного переноса газообразных компонентов, которые участвуют в химических транспортных реакциях.

Хромоалитированные покрытия легированные кремнием, бором и титаном характеризуются большой толщиной, равномерностью и плотностью.

Структуру покрытия исследовали на металлографическом микроскопе Neophot-2 и подвергали рентгенографическому анализу.

Для исследования фазового состава покрытий использовалась рентгеновская установка «ДРОН – 3М», работающая совместно с вычислительным комплексом по программе «АРФА». Установлено, что хромоалитированные покрытия легированные бором на стали 50 состоят из $(\text{FeCr})_{23}\text{C}_6, (\text{FeCr})_7\text{C}_3$,

$(\text{FeCrAl})_2\text{B}$, Fe_2Al_5 и твердого раствора Cr_3Al и B в α -Fe. Аналогично фазовый состав был исследован для покрытий легированных титаном и кремнием.

Испытания на машина трения СМТ-1 проводили согласно ДСТУ 3366-96 (ГОСТ 30431-96) в условиях граничного трения скольжения со смазкой автотракторным маслом по схеме ролик – колодка, при скорости вращения контртела (ролик) 500 об/мин. Результаты испытаний приведены на рис. 1

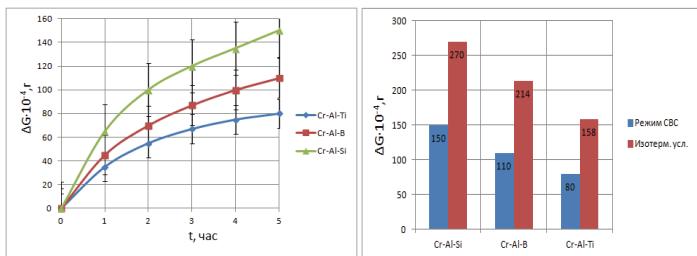


Рис. 1 Влияние времени испытания на износостойкость защитных покрытий на стали 50, при испытании на машине трения СМТ-1.

Как видно из рисунков 1 износостойкость для рассматриваемых пар трения зависит от микротвердости покрытия. Так микротвердость поверхностного слоя при хромоалюмоборировании составляет 15000 МПа, При хромоалюмосилицировании 13500-14500 МПа. При хромоалюмотитанировании 16500-17500 МПа. При испытаниях в условиях трения скольжения, наилучшую износостойкость, среди рассматриваемых покрытий имеют хромоалюмотитанированные и хромоалюмоборированные покрытия. Их износостойкость в 1,8-2,1 раз выше, чем у покрытий, полученных при изотермических условиях.

Выводы

Полученные легированные бором, кремнием и титаном хромоалитированные покрытия в условиях СВС, обеспечивает высокую стабильность результатов обработки при ограниченной продолжительности процесса и является наиболее экономичным среди аналогов. Рекомендуется использовать вместо традиционных способов химико-термической обработки для повышения износостойкости деталей ГТД. Наилучшую износостойкость показали покрытия легированные бором и титаном.

Список литературы

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. //М.: Металлургия, 1994. – С.494.
2. Мержанов А.Г. Процессы горения и синтез материалов / А.Г. Мержанов // Черногловка. Изд-во ИСМАН, - 1999. – 512 с.

3. Коган Я.Д., Серeda Б.П., Штессель Э.А. Высокоинтенсивный способ получения покрытий в условиях СВЧ / *Металловедение и термическая обработка металлов*, 1991, №6. - с.39-40
4. Sereda D., Sereda B. Advanced Chromoaluminizing Coatings for Wear and Heat-resistance on Composite Materials under SHS. *Material science and technology 2015. Conference and Exhibition. Columbus, OH, USA. 1821p. P.229-232*
5. Чернета О.Г. Математическое моделирование получения износостойких покрытий с использованием технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза/ Чернета О.Г., Серeda Б.П., Серeda Д.Б. // *Сборник научных работ «Перспективные технологии и приборы»* Луцк: Луцкий НТУ, №8 (1) 2016. – 136с., С. 94-102
6. Мержанов А.Г. Твердо-пламенное горение / Мержанов А.Г. – Черноголовка: ИСМАН, 2000. – 244 с.
7. Серeda Б.П. Поверхневе зміцнення матеріалів: Монографія / Серeda Б.П., Калініна Н.Є., Кругляк І.В. – Запоріжжя: РВВ ЗДІА, – 2004.–230 с.
8. Термические константы веществ: Справ. / Под. ред. В.П. Глушко. – М.: Наука, 1978. – 274 с.
9. Белов А.Ф. Строение и свойства авиационных материалов / А.Ф. Белов, Г.П. Бенедиктова – М.: Металлургия, 1989.- 368 с.
10. Свойства, получение и применение тугоплавких соединений: Справ. / Под. ред. Т.Я. Косолаповой. – М.: Металлургия, 1986. – 928 с.
11. Sereda D., Sereda B. Obtaining of Boride Coatings under SHS Conditions for Car Parts *Material science and technology 2016. Conference and Exhibition. Salt Lake City, Utah USA 2016-1550p.-P.945-948*

Мікроструктура та зносостійкість плазмоелектролітних оксидокерамічних шарів на електродугових покриттях

Альтернативой экономически невыгодным методам упрочнения деталей является метод газотермического напыления покрытий из алюминиевых проволок с последующим плазмоелектролитным синтезом на них оксидокерамики, который обладает уникальным комплексом эксплуатационных свойств.

Вступ

На сьогодні у промислово розвинутих країнах ведуться дослідження з розробки методів зміцнення деталей з легких сплавів, використовуючи для цього плазмові, лазерні, вакуумні технології отримання покриттів, а також поверхневе пластичне деформування. Проте ці методи не забезпечують у повній мірі сучасних вимог до експлуатаційних і функціональних властивостей отримуваних покриттів, або є економічно не вигідними.

Альтернативою є створення комплексних методів відновлення та зміцнення, а саме: газотермічне напылення покриттів із алюмінієвих дрітків з наступним плазмоелектролітним синтезом на них оксидокераміки (ПЕО) на основі α -фази Al_2O_3 (корунду), яка володіє унікальним комплексом експлуатаційних властивостей. Разом з тим синтез таких шарів та їх властивості ще недостатньо вивчені, тому синтез оксидокерамічних шарів на електродугових покриттях (ЕДП) є актуальним напрямком наукових досліджень з метою захисту і відновлення деталей машин.

Методика досліджень.

Оксидокерамічні покриття синтезували на алюмінієвих покриттях із різним вмістом міді та нікелю (0, 5, 10, 15, 20% мас.), одержаних методом плазмового напылення на підкладку із алюмінієвого сплаву Д16. Покриття формували в катодно-анодному режимі за співвідношення $I_k/I_a=1,5$ імпульсним струмом густиною 20 А/дм² у електроліті за методикою по наступній схемі розташування зразків і подачі електричних імпульсів (рис. 1). В електроліті: 3 г/л КОН + 2 г/л рідкого скла (натрій силікатного).

Випробування матеріалів на абразивне зношування при терті не жорстко закріпленими абразивними частками регламентується стандартом згідно схеми (рис.2).

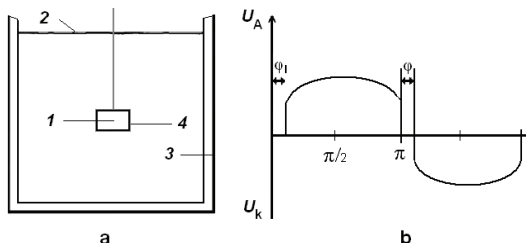


Рис. 1. Принципова схема процесу плазмоелектролітного оксидування: а) електролітна комірка; б) функція напруги; 1-робочий електрод; 2-електроліт; 3-ванна; 4-контур локалізації іскрових розрядів.

Абразив перед випробуванням просушують (вологість не повинна перевищувати 0,16 %). Під час випробувань в зону контакту, за допомогою дозуючого пристрою, постійно подається абразив. Режим випробувань гумовим диском: навантаження $P = 2,40$ Н, швидкість обертання 160 об/хв, абразив – пісок, час випробувань – 15 хв. Перед випробуваннями абразив фракціонували і просушували. Розмір зерен абразиву – до 200-1000 мкм.

Випробування на зносостійкість проводили на установці (рис. 3) при осциляційному терті плоскої поверхні, горизонтально розміщеного плоского зразка контртілом, роль якого виконувала сталева (загартована сталь ШХ15, 822 HV0,3), або керамічна (Al_2O_3 , 1310 HV0,3) кульки діаметром 10 і 9 мм відповідно.

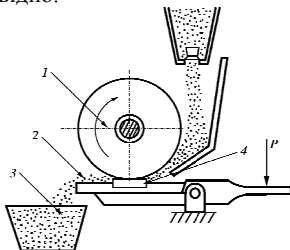


Рис. 2. Схема установки для випробувань на абразивний знос: 1 – гумовий диск; 2 – пісок; 3 – ємність для збирання абразиву; 4 – зразок

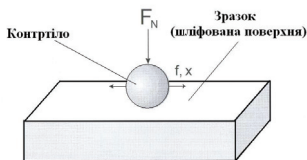


Рис. 3. Схема випробувань на зносостійкість при осциляційному терті

Експериментальні дослідження

Оксидокерамічні шари на алюмінієвих плазмових покриттях характеризуються типовою мікроструктурою з трьома чітко вираженими областями (рис. 2): верхній поруватий шар, щільна та широка область практично без пористого покриття та тонкий проміжний шар на межі контакту з алюмінієвою основою або з алюмінієвим напиленням покриттям. Відносні товщини цих шарів, їх структура та склад у значній мірі залежать від параметрів попередньої обробки матеріалу, складу електроліту та поруватості покриття. Чим менша поруватість покриття тим рівніший фронт оксидокерамічного шару що

втілюється у покриття. Так, зменшення поруватості від 6% до 2,5% приводить до суттєвого вирівнювання фронту просування оксидокерамічного шару вглиб плазмового покриття. Очевидно, що в процесі плазмоелектролітичної обробки електроліт проникає у покриття акумулюється в порах покриття і процес утворення відбувається якби із середини покриття.

У структурі оксидокерамічного покриття виявлено сегрегації виділень чистої міді мікронних розмірів (рис. 4-5).

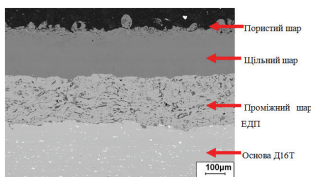


Рис. 4. Типова мікроструктура оксидокерамічного шару на ЕДП.

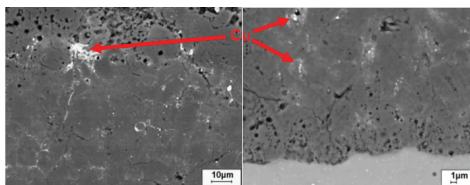


Рис. 5. Сегрегація міді в оксидокерамічному шарі.

Частинки міді появляються в оксидній фазі, очевидно, наступним чином: в каналі іскрового розряду при ПЕО утворюється як оксид алюмінію, так і оксид міді. В подальшому залишок розплаву алюмінію відновлює оксид міді до чистої міді.

Отже не плазмових алюмінієвих покриттях легованих міддю або нікелем можна формувати плазмоелектролітичною обробкою оксидокерамічні шари, як і на монолітних алюмінієвих сплавах, але дещо більшої товщини та поруватості.

Твердість ПЕО шару синтезованого на напиленому плазмовому покритті покриття є максимальною за вмісту міді в ПЕО шарі 5...10 % мас. (рис.6). При цьому зносостійкість цих ПЕО шарів корелює із їх твердістю. Оптимальний вміст міді в плазмових покриттях становить 5-10%. Із збільшенням вмісту міді в ПЕО шарах понад 10% мас. приводить до зменшення твердості, збільшення поруватості і як наслідок зменшення зносостійкості.

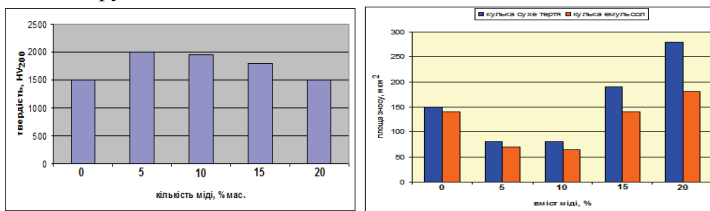


Рис. 6. Вплив кількості міді в плазмовому покритті на: а) твердість ПЕО шару; б) знос ПЕО шару в умовах зворотно-поступального тертя сталюю кулькою.

Різний розмір інтерметалідних включень отримували шляхом відпуску електродугового покриття із дроту Д16 за різних температур. Після напилення покриття внаслідок швидкої кристалізації розплавлених краплин мідь та інші компоненти сплаву не встигають утворити інтерметаліди. Тому після напилення покриття структура покриття це пересичений твердий розчин міді та заліза

в алюмінії.

При відпуску відбувається старіння та утворюються інтерметаліди в першу чергу Al_2Cu , розмір яких зростає із збільшенням температури відпуску до $400^{\circ}C$. При відпуску $600^{\circ}C$ відбувається утворення евтектики та оплавлення покриття. В цьому випадку отримуємо максимальний розмір інтерметаліду Al_2Cu -50 мкм.

Як видно із рис.7-10 мінімальні значення зносу ПЕО шару відповідають розміру включень Al_2Cu , що знаходиться в межах 0,5-10 мкм.

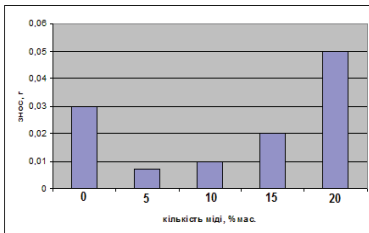


Рис. 7. Вплив кількості міді в плазмовому покритті на знос ПЕО шару в умовах абразивного зношування

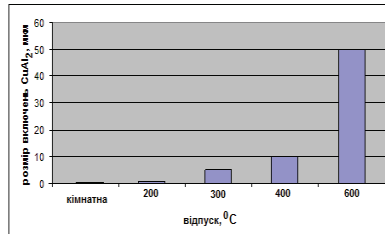


Рис.8. Розмір включень інтерметаліду Al_2Cu в залежності від температури відпуску електродугового покриття із дроту Д16.

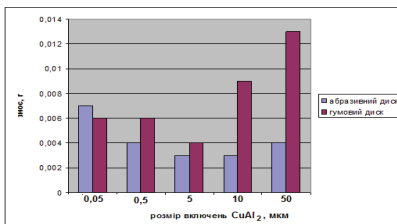


Рис. 9. Вплив розміру включень міді в плазмовому покритті на знос ПЕО шару в умовах абразивного зношування

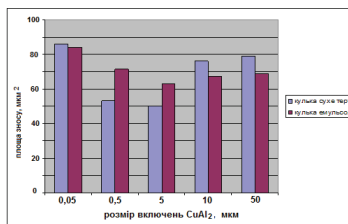


Рис.10. Вплив розміру включень міді в плазмовому покритті на знос ПЕО шару в умовах зворотно-поступального тертя сталюю кулькою

Максимальна твердість ПЕО шару забезпечується за вмісту нікелю 5% мас. із збільшенням вмісту нікелю до 10% мас. твердість зменшується проте є вищою ніж без нікелю. При збільшенні вмісту нікелю понад 10 % мас. твердість ПЕО шару зменшується нижче твердості вихідного нелегованого ПЕО шару (рис.11 а). Зносостійкість в умовах зворотно-поступального тертя сталюю кулькою незначно зростає при легуванні ПЕО шару 5...10% нікелю (рис. 11 б).

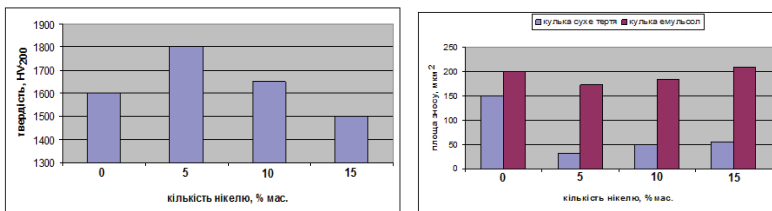


Рис. 11. Вплив кількості нікелю в плазмовому покритті на: а) твердість ПЕО шару; б) знос ПЕО шару в умовах зворотного-поступального тертя сталлю кулькою

Таким чином наявність дисперсних включень міді та нікелю 5...10 % мас. в структурі ПЕО шару на основі корунду підвищує мікротвердість та зносостійкість ПЕО шару.

Висновки

1. Встановлено, якщо електродугове покриття леговане компонентами наприклад міддю або нікелем, оксиди яких можуть відновлюються розплавом алюмінію в іскровому каналі при плазмово-електролітній обробці, то такі легувальні елементи переходять із електродугового покриття в оксидокерамічний шар у вільному стані та розташовуються в порах керамічного шару зменшуючи його пористість.

2. Легування оксидного шару нікелем та міддю суттєво підвищує зносостійкість оксидокерамічного шару. Оптимальний вміст міді або нікелю у оксидокерамічному шарі становить 5...10 % мас.

Список літератури

1. Електродугові відновні та захисні покриття / Похмурський В.І., Студент М.М., Довгунік В.М. та ін.// Л.: НАН України, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка, 2005. – 190 с.
2. Плазмоелектролітне оксидування легких сплавів і напилених шарів / М.Д.Клапків, Н.Ю.Імбірович, В.М.Посувайло, С.І.Остап'юк //Наукові нотатки – Луцьк. – 2011. В.31. С.151–155.
3. Порівняльні характеристики зносостійкості оксидних та нітридних покриттів/ Студент М.М., Гвоздецький В.М., Калахан О.С., Посувайло В.М., Шмирко В.В., Сірак Я.Я. // Проблеми трибології. – 2015. – №3. – С. 54 – 59.
4. Nykyforchyn H.M., Klappkiv M.D., Posuvailo V.M. Properties of oxide – ceramic coating on aluminum alloys synthesized in electrolyte plasma// International Conference on Advanced Materials ICAM'97, Strasbourg, France / Surface and coatings technology – Elsevier. – 1998. – P.219-221.
5. Electrochemical characteristics of PEO treated electric arc coatings on light weight alloys / Nykyforchyn H.M., Pokhmurskii V.I., Klappkiv M.D. et al.// Advanced Materials Research. – 2010. – 138. – P. 55-63.

Х.Р. Задорожна
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
НАН України, Україна)

Структура і властивості лазерно модифікованих карбідом кремнію поверхневих шарів алюмінієвих сплавів та їх абразивна зносостійкість

Розглянуто структуру і властивості алюмінієвих сплавів АД35 і В95, модифікованих частинками SiC за допомогою лазера. Встановлено, що абразивна зносостійкість таких армованих сплавів у 30...75 разів вища порівняно з немодифікованими.

Висока питома міцність та відносна дешевизна сприяють широкому застосуванню алюмінієвих сплавів. Проте низькі трибологічні властивості та зносостійкість дещо стримують їх використання. Метою даного дослідження було підвищити зносостійкість і властивості поверхневих шарів з алюмінієвого сплаву методом лазерного поверхневого модифікування твердими частинками карбіду кремнію, яка полягала у безпосередньому вдуванні твердих частинок у зону матеріалу, розплавлену лазерним променем. Було використано Nd: ІАГ–твердотільний лазер неперервної дії. В результаті лазерного поверхневого модифікування алюмінієвого сплаву було отримано композитний шар з більшою твердістю і зносостійкістю в порівнянні з базовим матеріалом.

Матеріали і методика експерименту. Для поверхневого армування застосовували алюмінієві сплави В95 і АД35 і порошок SiC дисперсністю 80 мкм, твердістю 2600 HV і температурою плавлення 2760 °С.

Порошок вдували за допомогою струменя аргону у поверхневий шар зразків оплавлених лазером (Nd:YAG Lazer Rofin Sinar DY 044/022) [1]. Поверхня зразків оброблялась шляхом багатократних переміщень лазерного променя при потужності 5 кВт, відстані від поверхні зразка до фокуса лазерного променя 50 мм, ширині стежки лазерної дії 1,5...2 мм, швидкості переміщення зразка відносно лазерного променя 100 – 150 см/хв і коефіцієнті перекриття стежок 50 %.

Визначення опору зносостійкості зразків проводили за наступними методами. Зношування не жорстко закріпленими абразивними частинками досліджували за методом (ГОСТ 23.208-79) [2]. Суть його в тому, що в зону тертя гумового диска по поверхні зразка подавали просущений кварцовий пісок. Діаметр гумового диска 50 мм, частота обертання 2,1 с⁻¹ (25 м/хв.). Диск притискали до зразка силою $P = (44,1 \pm 0,25)$ Н. Час випробування 5 хв.

Під час тертя зразків жорстко закріпленим абразивом використовували абразивний круг діаметром 150 мм, шириною 8 мм із корунду марки СМ-2 розміром зерна 20 мкм за частоти обертання 2,7 с⁻¹ (58 м/хв.), навантаження в зоні лінійного контакту $P = (14,7 \pm 0,25)$ Н, час випробування 30 хв.

Модифікування – армування поверхні сплавів проводили як за їх кімнатної температури, так і при підігріванні зразків до 100, 170 або 260 °С. Попередній підігрів сплаву зменшує градієнт температури розплавленого металу і забезпечує повільнішу швидкість кристалізації, що повинно б збільшити глибину модифікованого шару і підвищити рівномірність розподілу у ньому твердих частинок.

Результати експерименту показали (рис. 1), що модифікування поверхні сплаву, попередньо підігрітого до 260 °С, при швидкості переміщення променя 1,0 м/хв забезпечує проникнення зерен карбіду силіцію на глибину 2,6...2,8 мм (рис. 1а), що значно перевищує глибину модифікованого шару, одержаного на сплав без попереднього підігріву (рис. 1б). У першому випадку кількість зерен SiC у переплавленому шарі є значно вищою, а їх розподіл рівномірніший.

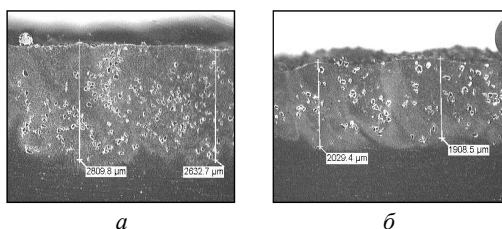


Рис. 1. Мікроструктура модифікованого поверхневого шару сплаву В95, отриманого прямим армуванням частинками SiC під час обробки випромінюванням Nd:YAG-лазера потужністю 1,7 кВт та швидкості сканування променя 1,0 м/хв. Підігрів зразків в процесі обробки: 260 °С (а) та 170 °С (б).

Металографічний аналіз лазерно армованого шару показує, що при армуванні сумішшю порошків SiC-AlSi температура плавлення значно знижується і модифікований шар умовно можна розділити на дві зони. Зона, яка ближча до поверхні, у якій присутні часточки SiC і друга зона, яка розташована під першою, у якій відсутні часточки SiC. Лазерне модифікування поверхневого шару відбувається шляхом його локального переплаву та вдування у розплав часточок SiC. Внаслідок того, що розплав алюмінію має високу в'язкість, а розплавлена ванна існує 0,1...0,5 с, часточки SiC не проникають на всю глибину розплавленого алюмінію і тому виникають дві зони лазерного переплаву. Мікроструктура внизу переплавленої області, де SiC частинки відсутні, складається з простих зерен сплаву розміром 50...100 мкм. Зерна містять в собі велику кількість колонного дендриту з довжиною біля 5 мкм. Повздовжні осі дендриту орієнтовані в радіальному напрямі з невеликою кількістю Si і Fe як домішок у міждендритній зоні.

Частинки SiC можуть частково розчинятися в процесі існування розплаву і утворювати пластинки Al_4C_3 в матриці переплавленої зони (рис. 2). Ступінь поверхневого розчинення частинок карбіду силіцію залежить від температури розплаву і часу перебування його у рідкому стані. Тому можна

спостерігати утворення карбіду алюмінію у всьому об'ємі переплавленого сплаву між частинками SiC (рис. 2) у випадку модифікування попередньо підігрітого до 170...260 °С сплаву, або тільки безпосередньо біля поверхні частинок SiC у випадку лазерного модифікування поверхні не підігрітих зразків.

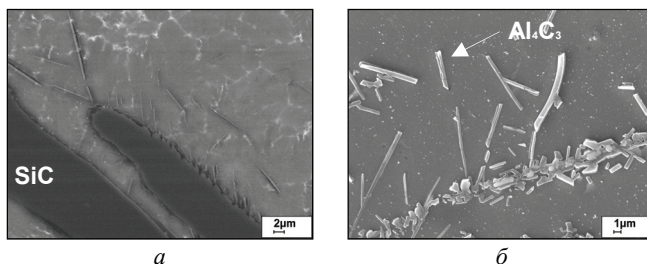


Рис. 2. Мікроструктура поверхневого шару алюмінієвого сплаву, модифікованого порошком SiC (а), вигляд зерен карбіду алюмінію (б).

Кількість утворених карбідів Al_4C_3 при взаємодії з SiC частинками сильно залежить від температури у розплавленій зоні. Більше частинок Al_4C_3 знайдено у верхніх шарах переплавленої зони (рис. 3а), ніж внизу, де температура була нижчою.

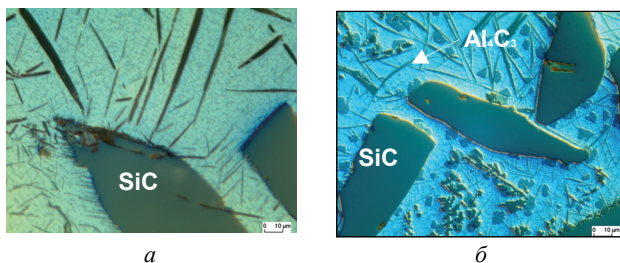


Рис. 3. Мікроструктура модифікованого шару з пластинками Al_4C_3 у переплавленій матриці (а) та виділеннями Al_4C_3 і зерен силіцію (б).

Утворення Al_4C_3 супроводжується також виділенням Si (рис. 3б). Таким чином евтектичні області Si-Al є представлені між пластинками карбіду алюмінію. При взаємодії розплаву Al з частинками SiC утворюються пластинки карбіду Al_4C_3 , які переважно ростуть співсно до орієнтацій кристалу SiC в сторону розплаву. Крім цього карбід алюмінію росте і навколо частинки SiC товщиною до 0,3...3 мкм. Очевидно, що взаємодія SiC з розплавом Al могла б забезпечити міцний зв'язок між частинками SiC та матричним алюмінієвим

сплавом. У більшості випадків пластинки є паралельні між собою незалежно від кривизни поверхні SiC.

Мікротвердість карбиду силіцію значно перевищує мікротвердість основи, але карбідні зерна мають схильність до крихкого руйнування, наприклад, при втискуванні в них алмазної піраміди (рис. 4).

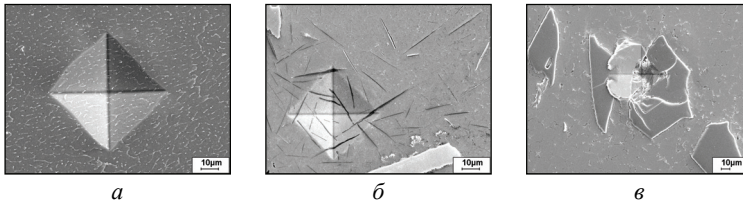


Рис. 4. Загальний вигляд відбитків алмазної піраміди мікро твердоміра у різних місцях сплаву: немодифікованого шару (а), переплавленого сплаву (б), характер руйнування зерен SiC (в).

Досліджено вплив структури поверхнево армованих твердими частинками SiC алюмінієвих сплавів АД35 і В95 на їх зносостійкість [3]. Визначення абразивної зносостійкості при терті жорстко закріпленим абразивом показано (табл. 1), що опір абразивному зношуванню вихідного сплаву при прийнятих режимах їх термічної обробки АД35 є на 40% вищою, ніж сплаву В95.

Таблиця 1.

Зносостійкість сплавів при терті абразивним кругом

№	Сплав	Швидкість переміщення променя, м/хв	Умови модифікування	Втрата маси, г
1	АД35 (основа)	—	—	0,8880
2	АД 35 (SiC)	1,5	з підігрівом 170 °С	0,0116
3	АД 35 (SiC)	1,0	з підігрівом 170 °С	0,0169
4	В95 (основа)	—	—	1,3995
5	В95 (SiC)	1,0	з підігрівом 266 °С	0,0185
6	В95 (SiC)	1,5	без підігріву 20 °С	0,0454
7	В95 (SiC)	1,0	з підігрівом 170 °С і 260 °С	0,0392

Твердість сплаву АД35 є також більшою і становить 100 та 50МПа відповідно. При терті відбувається інтенсивне налипання алюмінієвого сплаву на абразивний круг. Це свідчить про те що зношування проходить як різанням так і шляхом адгезивного схоплення між абразивним кругом та алюмінієвим сплавом.

Лазерне модифікувань поверхні частинками SiC приводить до суттєвого підвищення зносостійкості сплавів: для сплаву АД35 збільшує його

зносостійкість у 55...75 разів, а сплаву В95 у 30...75 разів в залежності від режиму оплавлення і будови шару. Оскільки мікротвердість частинок SiC є набагато більшою, ніж мікротвердість $Al_2O_3 \sim 30000$ МПа та 20000 МПа відповідно, а частинки SiC, через карбіди алюмінію Al_4C_3 , що мають голкову форму добре зчепленні з алюмінієвою матрицею, то спостерігається суттєве збільшення зносостійкості модифікованого шару.

При зношуванні поверхні алюмінієвих сплавів гумовим диском з піском і ефективність лазерного модифікування різко знижується. Разом з тим спостерігається незначний вплив режимів модифікування поверхні на її опір абразивному зношуванню. Залежно від режимів обробки зносостійкість збільшувалася, або зменшувалася всього на 15...20 % порівняно з немодифікованою поверхнею, що знаходиться у межах точності даної методики. Низька зносостійкість зумовлена тим, що під час тертя пісок потрапляє у проміжок між гумовим диском і металом, переміщується не по вершинах твердих частинок (як це відбувається при терті абразивним кругом), а поміж ними і легко ріже м'яку алюмінієву матрицю, оголюючи тверді зерна SiC, які після цього легко вириваються гумовим кругом.

Висновки

1. Встановлено, що при лазерному армуванні поверхні алюмінієвих сплавів дисперсними частками карбіду силіцію SiC відбувається його часткове розчинення у матриці з утворенням голчастих карбідів алюмінію Al_4C_3 . Під час модифікування поверхні цих сплавів, у випадку підвищеної концентрації силіцію у розплаві, можлива також дифузія алюмінію у тонкий приповерхневий шар карбіду силіцію, який відшаровується від кристала SiC з досягненням концентрації алюмінію 3...5%.

2. Зносостійкість лазерно модифікованих SiC шарів на алюмінієвих сплавах при терті жорстко закріпленими частинками від 30 до 75 разів вища, ніж не модифікованих.

3. При зношуванні не жорстко закріпленими частинками модифікована поверхня незначно відрізняється за зносостійкістю від не модифікованої і визначається лише зносостійкістю матричного сплаву.

Список літератури

1. Mattes, K.-J., E.Seliga: Schweißen und Schneiden mit Lasern, Professur Schweißtechnik, TU Chemnitz, 1998. – P. 164.
2. Хрущов М.М. Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970. – 272 с.
3. Verfahrensentwicklung zum Laserdispargieren von Si-Hartstoffen in Aluminiumlegierungen zum partiellen Verschleisschutz / T.Hoenig, K.-J. Matthes, B.Wielage, H.Pokhmurska, H Podlesak // Schriftenreihe Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen. – 2005. – Band 022. – S. 91-96.

*М.В. Кіндрачук д.т.н., В.Ф. Лабунець к.т.н., В.В. Загребельний
(Національний авіаційний університет, Україна, м.Київ)*

Напружено – деформований стан сталі Р6М5 після лазеро-хіміко-термічної обробки

Досліджено напружено – деформований стан швидкорізальної сталі Р6М5 після комбінованої обробки. Встановлено, що створенням дискретно азотованих шарів можливо знизити напружено-деформований стан поверхневих шарів різального інструменту

На теперішній час спостерігається збільшення експлуатаційних характеристик в авіаційній, машинобудівній та інших галузях промисловості за рахунок створення нових конструкційних матеріалів, механічна обробка яких викликає значні труднощі [1]. Знос різального інструменту (РІ) знижує продуктивність механічної обробки і значно впливає на якість готових виробів, тому підвищення стійкості РІ є актуальною проблемою в інструментальному виробництві.

Найбільше розповсюдженими методами підвищення стійкості РІ є нанесення зносостійких покриттів, що дозволить покращити його фізико-механічні та різальні властивості [2-4].

Все більшого розповсюдження набувають комбіновані методи нанесення зносостійких покриттів [5-7], які полягають у поєднанні різних комбінацій методів нанесення покриттів: лазерна обробка і наступне нанесення покриттів, лазерна обробка і наступна хіміко-термічна обробка та ін.), внаслідок чого будуть поєднуватись переваги кожного з методів. Практично всі методи нанесення покриттів можливо використовувати в поєднанні один з одним [8].

Використання комбінованих покриттів дозволить підвищити зносостійкість РІ, покращити його припрацювання, опірність крихкому руйнуванню, збільшити запас пластичності, міцності і жорсткості, а також підвищити теплостійкість [8]. комбіновані покриття за структурою можуть бути суцільні або дискретні [9]. Дискретне покриття надає можливість покращити експлуатаційні властивості РІ за рахунок релаксації залишкових напружень у дискретному покритті та завдяки розвантаженню матеріалу основи [10].

Створення дискретних покриттів шляхом обробки поверхні РІ лазерною обробкою є надійним і дешевим методом підвищення зносостійкості і довговічності РІ зі швидкорізальних сталей [11,12]. Такі покриття дозволяють створити необхідні експлуатаційні властивості і благоприємний напружено-деформаційний стан покриття, керувати характеристиками покриттів за рахунок геометрії і фізико-механічних властивостей поверхневих шарів, здійснювати тепловий вплив тільки на ті місця де потрібна обробка, що запобігає деформації оброблюваних виробів, а також дозволяє обробляти деталі різної форми [11,12].

Поширеними і добре зарекомендованими методами нанесення зносостійких покриттів є хіміко-термічна обробка, зокрема азотування, що надасть можливість збільшити червоностійкість, міцнісні властивості, а також підвищити теплостійкість РІ з швидкорізальних сталей [13-15].

PI під час різання піддається складному комплексу дій в залежності від сил різання і опору оброблюваного матеріалу. Тому для забезпечення високої працездатності PI з покриттям потрібно враховувати особливості контактної взаємодії з оброблюваним матеріалом, зокрема, напружено-деформований стан, який безпосередньо впливає на інтенсивність його зношування і стійкість [16].

Вивчення напружено-деформованого стану PI з покриттям надасть інформацію про раціональність використання виду покриття та можливість науково обґрунтувати фізичні процеси, які виникають при механічній обробці, теоретично узагальнити основні результати і встановити технологічні можливості підвищення продуктивності і якості механічної обробки [17].

Лазерну обробку сталі P6M5, здійснювали на установці „ЛАТУС-31” за режимами: потужність випромінювання – 0,9-1,1 кВт, діаметр ділянки фокусування променя – 5 мм, швидкість пересування лазерного променя – 0,5; 0,8; 1,2; 1,4 м/хв.

Проводили дослідження впливу діаметра плями і швидкості сканування променя лазера на глибину зміцненого шару швидкорізальної сталі P6M5. Встановлено, що зі зменшенням швидкості сканування та при збільшенні плями лазерного пучка глибина зони нагрівання збільшується.

Залежно від параметрів і властивостей перехідної зони буде змінюватися напружено – деформований стан і відповідно триботехнічні властивості дискретно модифікованої сталі P6M5.

При лазерній обробці використовували лінійна схему контурно-променевого зміцнення лазером у безперервному режимі опромінення.

В результаті цього утворюється ряд паралельних зон нагрівання, які можуть не перекривати так і перекривати одна одну при цьому вони зміщені на величину кроку обробки. Структура й властивості обробленої таким способом поверхні багато в чому залежать від коефіцієнта перекриття зони нагрівання:

$$K_n = S/D,$$

де D – ширина зони обробки, S – крок обробки.

Також встановлено, що при дискретній лазерній обробці в залежності від параметрів лазерного пучка та режимів обробки утворюються перехідні зони, які відіграють роль демпферів, полегшуючи тим самим релаксацію термічних і структурних напружень, які виникають у металі під дією імпульсних теплових навантажень та внаслідок самогартування. Ця перехідна зона дозволяє плавно переходити від твердості зміцненої лазером ділянки до незміцненої. Така будова зони лазерного впливу повинна позитивно вплинути на напружено-деформований стан і триботехнічні властивості обробленої сталі P6M5.

На рис. показані характерні залежності максимальної концентрації зсувних напружень K_{lr} від площі зміцнених ділянок для загартованої лазерною обробкою сталі P6M5 (крива 1) і загартованої лазерною обробкою сталі P6M5 з наступним азотуванням (крива 2).

Максимальна концентрація зсувних напружень спостерігається на границі контакту компонентів матеріалу, у місцях де відстань між зміцненими ділянками мінімальна. Початкове падіння інтенсивності дотичних напружень пов'язане зі збільшенням частки навантаження переданої на включення. Наступне (близько 40 %

зміцнених ділянок) підвищення інтенсивності напружень пов'язане із взаємодією кожної ділянки із прилеглою. При цьому, слід зазначити, що для матеріалів, у яких механічні характеристики зміцнених ділянок і матриці близькі (крива 2 рис. 1), концентрація напружень зменшується при збереженні характеру її зміни від вмісту зміцнюючих ділянок.

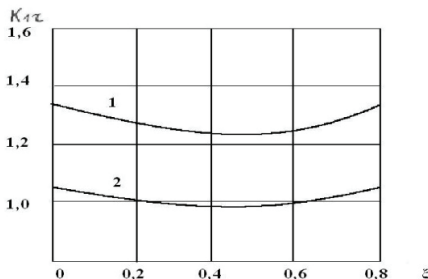


Рис. Залежність максимальної концентрації напружень поздовжнього зсуву від об'ємного вмісту зміцнюючих включень: 1 – сталь Р6М5 з лазерною обробкою; 2 – сталь Р6М5 з лазерною обробка + азотування

Наведені результати свідчать про те, що існує така площа зміцнених ділянок ($\sim 30 - 40 \%$), за якої фіксується мінімум інтенсивності локальних дотичних напружень у матриці.

В умовах тертя слід надавати перевагу застосуванню дискретно модифікованому матеріалу, що містить $30 - 40 \%$ (об.) зміцнюючих ділянок (лазерною обробкою з наступним азотуванням).

Висновки

1. Встановлено, що в умовах тертя переважніше застосовувати поверхнево модифіковані шари, що містять $30-40\%$ зміцнених ділянок. При цьому для модифікованих шарів у яких механічні характеристики зміцнених ділянок і незміцнених (матриці) близькі, концентрація напружень зменшується при збереженні характеру її зміни від вмісту площі зміцненої поверхні.

2. Встановлено, що суттєво знизити напружено-деформований стан поверхонь тертя можна створенням дискретно азотованих шарів.

Список літератури

1. Баранчиков В.И. Обработка специальных материалов в машиностроении: справочник / В.И. Баранчиков, А. С. Тарпанов, Г. А. Харламов. – М.: Машиностроение, 2002. – 264 с.
2. Харламов Ю.А. Методы модифицирования поверхностных слоев деталей машин и инструментов / Ю.А. Харламов // Сучасне машинобудування. – 2000. – №34(5-6). – С. 9-17.

3. Тополянский П.А. Прогрессивные технологии нанесения покрытий – наплавка, напыление, осаждение / П.А. Тополянский, А.П. Тополянский // Специализированный журнал РИТМ. – 2011. – № 1 (59). – С. 28–33.

4. Сычев И. Т. Анализ методов упрочнения деталей машин и режущих инструментов / И.Т. Сычев, И.А. Соколова // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2011. – N 21. – С. 171-177.

5. Григорьев С.Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента / С.Н. Григорьев, В.П. Табаков, М.А. Волосова. – Старый Оскол: ТНТ. – 2011. – 379 с.

6. Корбут Є.В. Підвищення стійкості різального інструменту комбінованими методами поверхневого зміцнення / Є. В. Корбут, О. В. Радько, О. В. Андреев, Г. Г. Голембієвський, В.Ф. Лабунець // Проблеми тертя та зношування – К.: НАУ, 2014. – Вип. 4 (65). – С. 105-110.

7. Григорьев С. Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учеб. / С. Н. Григорьев. – Москва : Машиностроение. – 2009. – 368 с.

8. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака. – М.: Машиностроение 1993.–336 с.

9. Ляшенко Б.А. Определение параметров дискретной структуры покрытий с учетом остаточных напряжений / Б.А. Ляшенко, Е.Б. Сорока, А.В. Рутковский, Н.В. Липинская // Пробл. прочности. – 2002. – №4. – С. 119-125.

10. Ляшенко Б.А. О снижении остаточных напряжений в вакуум-плазменных покрытиях / Б.А. Ляшенко, Е.Б. Сорока, А.В. Рутковский, Н.В. Липинская // Пробл. прочности. – 2001. – №4. – С.62-67.

11. Lawrence J. Advances in Laser Materials Processing / J. Lawrence, J. Pou, D. K. Y. Low and E. Toyserkani. Technology, Research and Application. – Woodhead Publishing – 2010 – 806 p.

12. Лабунец В.Ф. Лазерная обработка трущихся поверхностей деталей машин и инструмента / В.Ф. Лабунец // Вісн. НАУ. – 1998. – №1. – С.72 –76;

13. Матеріалознавство: навчальний посібник / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, Т.С. Климова, І.Г. Черниш. – К.: НАУ. – 2012. – 492.

14. Ворошнин Л.Г. Теория и технология химико-термической обработки Учебное пособие / Л.Г. Ворошнин, О.Л. Менделеева, В.А. Сметкин. – М.: Минск: Новое знание. – 2010. – 304 с.

15. Киричок П.О. Зміцнення поверхонь металевих деталей: навч. посіб. / П.О. Киричок, В.Г. Олійник, Т.Ю. Киричок. – К.: Преса України, 2004, – 240 с.

16. Сорока Е.Б. Влияние параметров покрытий и остаточных напряжений на износостойкость режущего инструмента // Современные проблемы подготовки производства, заготовки, производственного производства, обработки, сборки и ремонта в промышленности и на транспорте: Мат. 7-го Международ. науч.-техн. семинара, 20–22 февраля 2007, г. Свалява, Карпаты.– Киев: АТМ Украины, 2007. – С. 175-177.

17. Антонюк В.С. Аналіз напружено-деформованого стану різального інструменту з покриттями / В.С. Антонюк, О.Б. Сорока, В.І. Калініченко // Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”: Серія приладобудування. – 2004. – Вип. 27. – С. 84 – 89.

Особливості використання методів схематизації випадкового спектру на прикладі типизованої програми miniTWIST

Проведено аналіз результатів схематизації типизованого спектру miniTWIST за методом "дощу" та повних циклів. Порівняно розподіли еквівалентних по пошкоджуваності віднульових циклів та еквівалентних напружень середньостатистичного за пошкоджуваністю польоту.

Проблема втоми є типовою для інженерних конструкцій, які працюють в умовах циклічного навантаження. Особливо ця проблема актуальна для авіаційної галузі, в якій конструкції мають найменший, у порівнянні із іншими конструкціями, запас міцності. В першу чергу це обумовлено необхідністю отримання відповідних льотно-технічних характеристик повітряного судна при заданому рівні економічних показників.

Задача розробника авіаційної техніки зводиться у такому випадку до унеможливлення протягом встановленого ресурсу появи пошкоджень, які можуть призвести до аварійної чи катастрофічної ситуації без можливості використання коефіцієнтів безпеки із "надлишком". Отже особлива увага при проведенні втомного аналізу повинна приділятися основним силовим елементам конструкції, які сприймають значну частину польотних і наземних навантажень і навантажень від надлишкового тиску та чия цілісність суттєва для збереження загальної цілісності конструкції літака.

Ефективним заходом щодо перевірки конструкції на опір втомі й досі залишаються лабораторні випробування зразків, елементів конструкції і, безперечно, натурні випробування повітряного судна. Крім того, для критичних місць конструкції повинен бути визначений типовий спектр навантаження, характерний для експлуатації проектного повітряного судна.

Однією з перших програм, яка найбільш реалістично відтворювала величини і послідовність навантажень в експлуатації для працюючих на розтягнення елементів поздовжнього набору крил транспортних літаків була стандартизована програма TWIST та її скорочена версія miniTWIST [1]. Спектр навантажень складається з 40 000 польотів і розглядається як середній строк служби транспортного літака. Для спрощення проведення випробувань спектр було поділено на 10 блоків по 4 000 польотів в кожному. Вважається, що така кількість польотів у блоці є досить великою, щоб ігнорувати будь-який ефект послідовності, в результаті чого достатньо одного блоку з 4 000 польотів, який повторюється періодично при проведенні випробувань.

Усі навантаження у спектрі (σ_{ai}) приведені до відносних величин шляхом ділення їх на навантаження, яке діє на елемент конструкції при польоті в спокійній атмосфері з перевантаженням в 1g (σ_m):

$$\bar{\sigma}_{ai} = \sigma_{ai} / \sigma_m$$

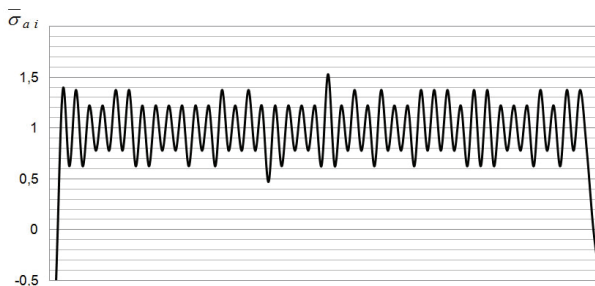


Рис. 1. Фрагмент типизованої програми miniTWIST

Мета даної роботи – дослідити вплив випадкової генерації послідовності напружень у спектрі на значення, які використовуються для аналізу рівня навантажуваності зразка під дією такого спектру.

Методика досліджень.

1. Для забезпечення дослідження у статистичному аспекті було згенеровано 30 блоків (по 4 000 польотів) за програмою miniTWIST.

2. Для виділення із згенерованих спектрів повних циклів використовувались методи схематизації, які найбільш частіше застосовуються для аналізу експлуатаційних спектрів при аналізі навантаження авіаційних конструкцій: метод "дощу"/"rainflow" method (half) [2] та метод повних циклів/reservoir method [3].

У роботі [4] було показано, що кількість повних циклів та їх значення варіювались від блоку до блоку.

3. Отримані із використанням методів схематизації повні цикли замінювались еквівалентними по пошкоджуваності віднульовими циклами із значенням максимальних напружень:

$$\sigma_{0i} = \begin{cases} \sqrt{2\sigma_{ai}\sigma_{\max i}} & \text{при } \sigma_{mi} \geq 0; \\ \sqrt{2(\sigma_{ai} + 0,2\sigma_{mi})} & \text{при } \sigma_{mi} < 0 \text{ та } \sigma_{\max i} > 0; \\ 0 & \text{при } \sigma_{\max i} \leq 0. \end{cases}$$

де σ_{ai} - амплітуда i -го циклу;

σ_{mi} - середнє значення напруження i -го циклу;

$\sigma_{\max i}$ - максимальне напруження i -го циклу;

σ_{0i} - напруження еквівалентного віднульового циклу.

4. У відповідності до підходу, який було запропоновано у роботі [4], для кожного блоку навантажень були визначені еквівалентні напруження середньостатистичного за пошкоджуваністю польоту:

$$\sigma_{екв} = \sqrt[m]{\sum_{i=1}^n \frac{n_i \sigma_{0i}^m}{p}}$$

де n_i - кількість віднульових циклів із значенням σ_{0i} ;

p – кількість польотів у блоці, яка для мініTWIST становить 4000 польотів;
 m – показник ступеня кривої втоми, який для алюмінієвих сплавів приймає значення $m=4,0$.

5. Для порівняння результатів, отриманих при визначенні еквівалентних віднульових циклів σ_{0i} та еквівалентних напружень, які характеризують середньостатистичну пошкоджувальність польоту $\sigma_{екв}$ використовувалась гістограма частот. При цьому використовувались відносні значення $\bar{\sigma}_{0i} = \sigma_{0i} / \sigma_m$ та $\bar{\sigma}_{екв} = \sigma_{екв} / \sigma_m$. Для групування даних із рівними інтервалами використовувалась формула Стерджеса:

$$k = 3,322 \lg w$$

де k – кількість груп,

w – кількість значень, які підлягають аналізу на гістограмі.

Експериментальні результати та їх обговорення.

У таблиці 1 наведені кількість, а також мінімальні та максимальні значення для еквівалентних віднульових циклів σ_{0i} та еквівалентних напружень $\sigma_{екв}$, визначених по методу «дощу» та повних циклів, отриманих із 30 блоків.

Табл.1.

	$\bar{\sigma}_{0i \min}$	$\bar{\sigma}_{0i \max}$	к-ть віднульових циклів у 30 блоках min / max	$\bar{\sigma}_{екв \min}$	$\bar{\sigma}_{екв \max}$
Метод «дощу»	0,471	2,884	61 / 67	2,0814	2,0952
Метод повних циклів	0,471	2,884	53 / 59	2,1236	2,1241

Результати аналізу еквівалентних напружень середньостатистичного за пошкоджувальністю польоту, визначених для 30 польотних блоків показали, що розбіжність між максимальним та мінімальним значеннями становить:

- при обробці по методу «дощу» - 0,659%
- при обробці по методу повних циклів - 0,0218%.

Крім того, різниця в граничних значеннях $\bar{\sigma}_{екв}$, які визначені за методом "дощу" та повних циклів становить 2,0 %.

Виходячи з цього можна стверджувати, що різноманітність спектрів у згенерованих сукупностях польотних блоків не має суттєвого впливу на визначення значення еквівалентного напруження $\bar{\sigma}_{екв}$.

Результати аналізу розподілення віднульових циклів $\bar{\sigma}_{0i}$ для методу "дощу" (рис. 2.а) та методу повних циклів (рис. 2.б) показали наявність розбіжності для різноманітних генерацій спектрів. Так, наприклад, при схематизації за методом "дощу" на рис.2.а можна спостерігати суттєву розбіжність в кількості віднульових циклів в інтервалі, який відповідає $\bar{\sigma}_{0i} \approx 2,1$.

У разі застосування підходів щодо визначення вичерпання ресурсу або пошкоджуваності конструкції із використанням еквівалентних віднульових циклів, зазначений вище інтервал може співпадати із перехідними зонами навантажування на кривій втомі, які характеризуються значним розкидом результатів [5, 6].

При проведенні втомних випробувань із навантаженнями, що відповідають еквівалентним віднульовим циклам, отриманим із спектрів, які належать до граничних значень кількості циклів у інтервалі $\bar{\sigma}_{0i} = 2,1$, може бути значна розбіжність у довговічності.

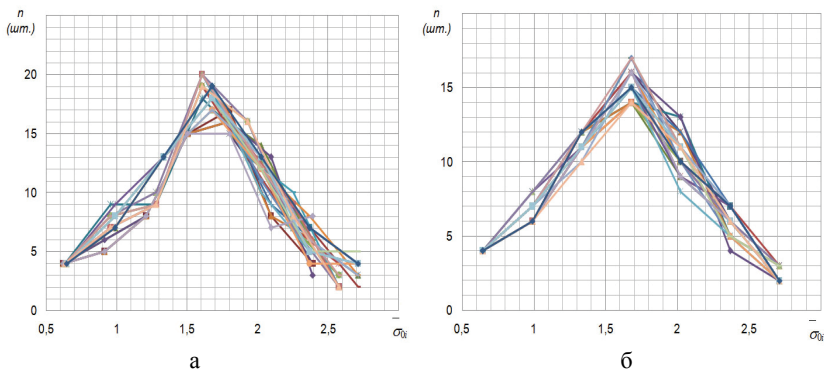


Рис. 2. Гістограма розподілу $\bar{\sigma}_{0i}$ для 30 блоків за методом схематизації: метод "дощу" (а) та метод повних циклів (б)

Висновки

Встановлено, що розбіжність у розрахункових значеннях еквівалентних напружень середньостатистичного за пошкоджуваністю польоту, визначена при схематизації блоку із 4000 польотів за методом "дощу" склала 0,659%, а для методу повних циклів - 0,0218 %.

Розбіжність між розрахунковими значеннями еквівалентних напружень середньостатистичного за пошкоджуваністю польоту, визначених за методом "дощу" та повних циклів становить 2,0 %.

Виявлені значні розбіжності в кількості віднульових циклів в інтервалах напружень, які можуть співпадати із перехідними зонами навантажування на кривій втомі

Список літератури

1. MiniTWIST. A shortened version of TWIST / LBF Bericht FB-106 (NLR 79018U) ; H. Lowak, J. B. De Jonge, D. Schutz. – Darmstadt-Amsterdam, 1979. – 38 p.
2. Метод "дощу" - Режим доступу до інформації: <http://www.ni.com/white-paper/10991/en/>
3. Метод повних циклів - Режим доступу до інформації: <https://sourceforge.net/p/fatlab/code/12/tree/Fatlab/>
4. Yutskevych S.S., Dzhavadova I.I. Features of fatigue lifetime calculation method application for standardized variable amplitude spectrum Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies: the VII world congress, 19–21 September 2016: abstracts. – К., 2016. – 1.3.11-1.3.14
5. Стрижиус В. Е. Методика суммирования повреждений и метод расчета на усталость элементов нижней и верхней поверхностей крыльев неманевренных самолетов при квазислучайном нагружении. – Ученые записки ЦАГИ. – 1993. – Выпуск № 3, том XXIV. – С. 155-162.
6. Терентьев В.Ф., Билю М. К вопросу о построении полной кривой усталости. – Проблемы прочности. – 1972. – № 6. – С. 12 – 22.
7. Шаняевский А.А. Масштабные уровни процессов усталости металлов. – Физическая мезомеханика. – 2014. – №17 (6) – С. 87-98

Створення покриття для титанового сплаву BT22 з високою припрацюваністю та зносостійкістю

Розроблено методику нанесення покриття на титановий сплав BT22, створенням градієнтних структур лазерною обробкою. Досліджено триботехнічні характеристики покриттів на етапі припрацювання, в гідрорідині АМГ-10, при зміні швидкості та навантаження.

Область застосування титанових сплавів у парах тертя розширюється нанесенням покриттів. Перспективними в цьому напрямку є газотермічні технології, які дозволяють керувати будовою і властивостями матеріалів пари тертя у потрібному напрямку та регулювати температуру зони тертя, забезпечуючи у процесі експлуатації умови переходу до режиму структурної пристосованості. Працездатність отриманого нового шару визначає експлуатаційний термін служби трибоспряжень.

Реалізація заміни сталевих деталей на титанові сплави у вузлах тертя авіаційної техніки формуванням покриттів із заданими фізико-механічними властивостями гарантує розширення роботи стаціонарного тертя, підвищення зносостійкості поверхневих шарів та розширення діапазону структурної пристосованості при терті.

Методика дослідження полягала у: розробці способу нанесення покриття та проведення трибологічних досліджень зміцнених поверхневих шарів; фізико-хімічних методах дослідження сформованих поверхонь тертя.

Властивості трибологічної пари досліджували за умов однобічно направленого ковзання в середовищі гідравлічної рідини АМГ-10 за кінематичною схемою «площина – площина» на розробленому лабораторному пристрої торцевого тертя. Фізико-хімічні методи дослідження сформованих поверхонь тертя проводили на ГОСТованому обладнанні та устаткуванні.

Для створення зносостійкого покриття на титановому сплаві, для роботи у парі з бронзою в гідрорідині АМГ-10, керувались дослідженнями умов роботи та формування трибологічних структур реальної пари бронза – АМГ-10 сталь 30ХГСА, які проводились на кафедрі машинознавства НАУ, було встановлено доцільність використання зносостійкого покриття на основі заліза.

Склад сплаву вибраний таким чином, що залізо, хром і нікель утворюють металеву матрицю, у якій рівномірно розподілені зміцнюючі кристали дибориду титану і монокарбіду ванадію. Олово і свинець, розчинившись в металевій матриці підсилюють ефект міді щодо зниження коефіцієнта тертя, що призводить до суттєвого зростання зносостійкості в умовах тертя.

Також, слід зазначити високу техніко-економічну доцільність застосування покриття на основі заліза в порівнянні з дорогими та дефіцитними покриттями.

У структурі отриманого сплаву спостерігається евтектичні кристали диборида і монокарбіда ванадія та незначна кількість первинних кристалів

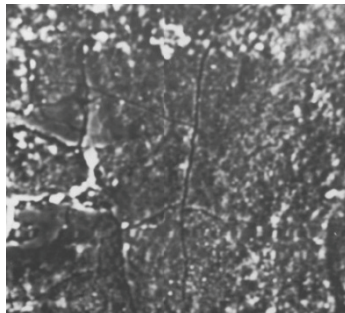
металічної фази (рис.1). Для нанесення покриттів газотермічними методами проводили перемелення сплаву в технічному млині.



Рис. 1. Мікроструктура зносостійкого сплаву на основі заліза, з наступним хімічним складом, мас. %: Cr – 19,0; Ni – 9,1; V – 5; Ti – 1,2; Al – 3,2; Cu – 25; B – 0,2; C – 0,8; Sn – 4; Pb – 3,8; Fe – решта. $\times 1250$



а



б

Рис. 2 Мікроструктура плазмового покриття із сплаву з наступним хімічним складом, мас. %: Cr – 19,0; Ni – 9,1; V – 5; Ti – 1,2; Al – 3,2; Cu – 25; B – 0,2; C – 0,8; Sn – 4; Pb – 3,8; Fe – решта: а – плазмове покриття, $\times 200$; б – мікроструктура поверхні тертя плазмового покриття, $\times 200$

Нанесення розробленого покриття проводили використовуючи плазмове напилення, мікроструктура якого зображена на рис. 2. Результати триботехнічних досліджень показують (табл. 1), що для покриття напиленого плазмовою технологією існує певний діапазон навантаження та швидкості ковзання. При розширенні навантаження спостерігалось крихке руйнування покриття. При цьому на поверхні тертя утворюються окисні плівки, які виконують роль твердого мастила, що сприяє інтенсифікації процесу припрацювання. Рентгеноструктурним аналізом встановлено, що на поверхні покриттів утворюються окисли заліза типу Fe_3O_4 та Fe_2O_3 . Таким чином, руйнування плазмових покриттів на етапі припрацювання відбувається за рахунок викиршування окремих частинок, що обумовлено наявністю пор, підвищеною крихкістю, недо-

статніми адгезійними зв'язками, низькою релаксційною здатністю окисленням і, як наслідок, їх недостатня зносостійкість при високих навантаженнях.

Таблиця 1.

Результати трибологічних досліджень розробленого покриття нанесеного плазмовою технологією на титановий сплав ВТ22

Навантаження, МПа	Час припрацювання, хв	Знос від припрацювання, мкм		Сумарний знос, мкм	μ
		бронза	покриття		
2	180	52	16	68	0,025

В зв'язку з цим представило інтерес розглянути вплив лазерної обробки на закономірності припрацювання. Тому актуальним став спосіб нанесення покриття плазмовою наплавкою з лазерною обробкою з оплавленням. Оплавлення плазмових покриттів проводили на установці «ЛАТУС – 31».

Покриття оплавляють лазерним променем у середовищі захисного газу подвійно, перше оплавлення всієї поверхні покриття проводять на глибину, співрозмірну з його товщиною, друге – глибиною 0,1 – 0,3 від товщини покриття (табл.2).

Таблиця 2.

Технологічні параметри і властивості отриманого градієнтного покриття

Потужність лазерного опромінення, кВт		Діаметр плями, мм		Глибина оплавлення, мм		Коефіцієнт підвищення зносостійкості
I опл.	II опл.	I опл.	II опл.	I опл.	II опл.	
1,0	1,2	5	2	0,8	0,15	2,7

Триботехнічні дослідження проводились як після однократного так і двократного оплавлення. Навантаження для покриття на основі заліза, нанесеного плазмовим способом з однократним оплавленням, становило 6,2 МПа, а з двократним – 7,3 МПа, за швидкості ковзання 2 м/с. Результати, що отримані при триботехнічних дослідженнях наведені в таблиці 3.

Таблиця 3.

Характеристики припрацювання в системі БрАЖМц -10-3-1,5 – АМГ-10 – сплав на основі заліза при швидкості $V=2\text{м/с}$, з оплавленням лазером

Навантаження, МПа		Час припра- цювання, хв		Знос від припрацювання, мкм				Сумарний знос, мкм		μ
				Бронза		Сплав на основі заліза				
Попл.	Юпл.	Попл.	Юпл.	Попл.	Юпл.	Попл.	Юпл.	П опл.	Юпл.	0,018
7,3	6,2	154	165	28	29	6,8	16	34,8	68	±0,003

Порівнявши отримані результати, можна припустити, що структура плазмового покриття після однократного оплавлення лазером має стовпчастодендритну будову, яка підвищує міцність покриття, але має недостатню зносостійкість. Це обумовлено значним зносом покриття на етапі припрацювання. Разом з тим, відомо, що умовою існування зовнішнього тертя є забезпечення правила градієнта зсувного опору, згідно якого зсувний опір в зоні контакту твердих тіл повинен бути меншим, ніж на деякій глибині.

Тому актуальним є нанесення плазмового покриття з високою зносостійкістю і припрацьовуваністю за рахунок формування його градієнтної структури: тонкого поверхневого шару з дисперсною структурою з пониженим опором зсуву і глибинного шару зі стовпчастою структурою нормально орієнтованою до поверхні тертя. Дисперсна структура поверхневого шару сприяє процесу припрацювання, а глибинний шар зі стовпчастою структурою, де зосереджуються максимальні напруження тертя, розподіляти рівномірно навантаження в об'ємі покриття і чинити опір руйнування під дією тангенціально направлених сил тертя, тобто слугувати міцною основою для вторинних структур процесу припрацювання.

Тобто, поверхневий шар із пружно – пластичною дрібнозернистою структурою сприяє припрацюванню і самоорганізації вторинних структур, а розташований нижче шар стовпчастої структури ефективно демфірує зовнішні нормальні та зсувні навантаження,

Висновки

Найкращі результати мають покриття з двократним оплавленням. Причиною цього є комбінація пружно-в'язкої дрібнозернистої структури поверхневого шару покриття, яка сприяє самоорганізації вторинних структур при терті та стовпчастої структури зміцнюючи фаз, які розташовані нижче дрібнозернистої структури. Стовпчаста структура матиме високу зносостійкість у період стаціонарного тертя, а поверхневий шар сприятиме якісному припрацюванню за рахунок утворення щільних оксидних плівок оптимальної товщини. Висока припрацьовуваність отриманого покриття пояснюється окрім градієнтної структури, утворенням так званої «сервовитної плівки» на поверхні бронзи та сталі.

Список літератури

1. Кіндрачук М.В. Трибологія/ М.В Кіндрачук, В.Ф. Лабунець М.І Пашечко, С.В. Корбут. – К.: НАУ-друк, 2009. – 392 с.
2. Костецкий Б. И. Фундаментальные закономерности трения и износа/ Б.И. Костецкий. – К.: Знание. – 1981. – 30с.
3. Ильин А.А. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства/ Ильин А.А., Колачев Б.А., Полькин И.С. – М.: ВИЛС-МАТИ, 2009. - 520 с.

С.Ф. Мандзюк, к.т.н.
(Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина)

Зависимость циклических деформационных и усталостных характеристик сплава Д16АТ от угла к направлению проката

В работе приведены результаты исследований циклических деформационных и усталостных характеристик алюминиевого сплава Д16АТ на образцах, вырезанных под различными углами к направлению проката листа. Установлено, что для сплава Д16АТ разброс характеристик между поставками более существенен, чем их отличие в зависимости от направления к прокату рассматриваемого листа.

В большинстве случаев тонкостенные элементы авиационных конструкций, например, обшивка крыла и фюзеляжа, стенки лонжеронов и нервюр, изготовлены из листового проката конструкционных алюминиевых сплавов. Материал в таких элементах конструкций зачастую "работает" при плоском напряженном состоянии, а главные напряжения при нагружении действуют под определенным углом к направлению проката используемого листа. В литературе механические характеристики материала и кривые усталости в основном приводятся только для продольного направления [1 – 2]. Циклические деформационные и усталостные характеристики для листовых алюминиевых конструкционных сплавов в зависимости от направления проката отсутствуют вовсе.

Проведено исследование циклических деформационных и усталостных характеристик (ЦДУХ) сплава Д16АТ вдоль, поперек и под углом 45° к прокату при симметричном регулярном мягком нагружении. Полученные характеристики необходимы для проведения расчетов усталостной долговечности по локальному напряженно-деформированному состоянию с использованием энергетического критерия усталостного разрушения [3].

Усталостные испытания образцов проведены с использованием испытательного комплекса на базе усталостной электромеханической машины УММ [4]. Усталостные испытания выполнены в соответствии с ГОСТ 25.502–79 [5] при стандартных лабораторных условиях. Частота нагружения, реализуемая в испытаниях составила 11,8 Гц. Образцы для испытаний вырезаны из листа толщиной 5,0 мм. под различными углами к направлению проката (рис. 1). Для измерения деформации рабочей зоны образцов использованы навесные тензометры.

В процессе экспериментального исследования каждого образца проведена непрерывная синхронизированная регистрация сигналов, пропорциональных каналам силы и деформации. С помощью усилителя и аналого-цифрового преобразователя сигналы переданы на ЭВМ, где с помощью специального программного обеспечения выполнена их первичная обработка и запись.

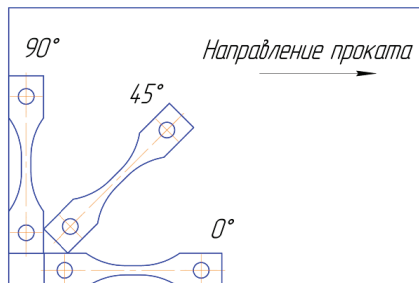


Рис. 1. Схема выреза образцов из листа

Первичная обработка данных измерений позволяет получить значения амплитудных напряжений, амплитудных полных и остаточных деформаций в процессе нагружения в зависимости от числа циклов нагружения. Методика обработки подробно изложена в работах [4 – 7].

Полученные в работе характеристики сплава Д16АТ сопоставлены с данными других источников (см. таблицу 1):

- кривая №1 построена с использованием характеристик сплава Д16АТ, приведенных в работе [6];
- кривая №2 – характеристик сплава Д16АТ, взятых из работы [7].

Таблица 1.

ЦДУХ сплава Д16АТ, полученные вдоль проката

	K_1	m_1	K_2	m_2	α	R
Кривая №1 [6]	200984	0,64	3352	0,25	1,12	$2,01 \cdot 10^{-3}$
Кривая №2 [7]	96631	0,6	2921	0,25	1,12	$1,23 \cdot 10^{-3}$

Для расчетов долговечности по локальному напряженно-деформированному состоянию с использованием энергетического критерия усталостного разрушения используют величину остаточных деформаций. Под остаточными деформациями принято значение деформации при равенстве действующих напряжений нулю или их среднему значению. Среднее значение амплитуды остаточной деформации связано с действующей амплитудой напряжений уравнением основной диаграммы циклического деформирования

$$\varepsilon_{ar}^* = \left(\frac{\sigma_a}{K} \right)^{\frac{1}{m}}, \quad (2)$$

где K , m – параметры уравнения основной диаграммы циклического деформирования.

Следует отметить, что для рассматриваемого сплава наблюдается перелом основной диаграммы циклического деформирования. При симметричном нагружении, если амплитуда напряжения ниже точки перелома $\sigma_{ар}$, среднюю

остаточную деформацию следует определять по зависимости (2) с параметрами $K = K_1$, $m = m_1$, если выше – $K = K_2$, $m = m_2$. На рис. 2 приведена зависимость долговечности образцов от амплитуд напряжений в логарифмических координатах. На рис. 3 в логарифмических координатах показана зависимость амплитуды остаточных деформаций от амплитуды напряжений. Также на графиках зависимостей приведены осредненные аппроксимирующие линии по результатам испытаний образцов вдоль, поперек и под углом 45° к прокату.

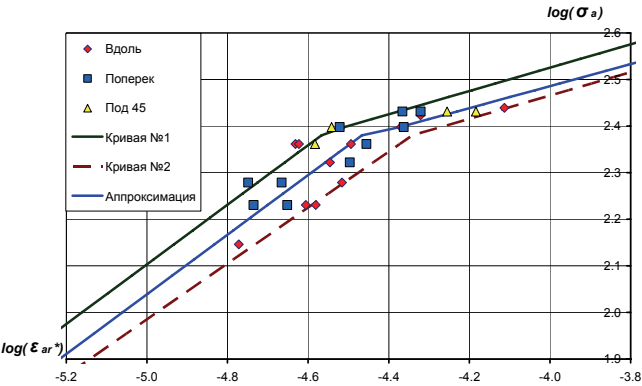


Рис. 2. Зависимость N от амплитуды напряжений

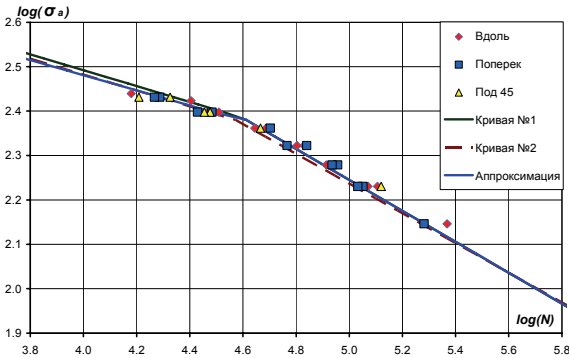


Рис. 3. Зависимость ε_{ar}^* от амплитуды напряжений

Энергетические критерии усталостного разрушения основаны на анализе суммарной рассеянной энергии, величина которой за цикл нагружения равна площади петли гистерезиса в координатах «амплитуда напряжений – амплитуда остаточных деформаций»

$$W_c = K_f \cdot \sigma_a \cdot \varepsilon_{ar}^* , \tag{3}$$

где K_f – коэффициент формы петли гистерезиса [3].

Уравнение кривой выносливости в энергетической форме при симметричном нагружении можно представить в виде

$$N = \frac{1}{R \cdot W_c^\alpha}, \quad (4)$$

где R , α – параметры уравнения.

Зависимость амплитуды остаточной деформации ε_{ar}^* от количества циклов до разрушения N показана на рис. 4, зависимость рассеянной энергии W_c от N – на рис. 5.

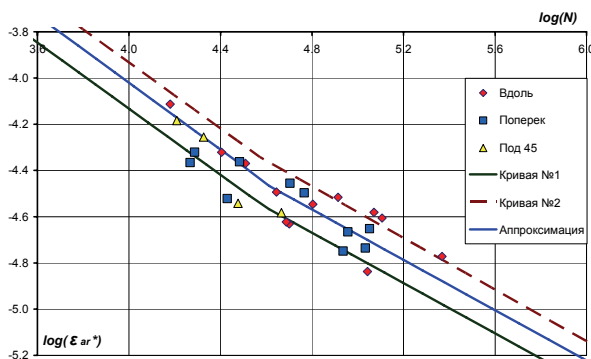


Рис. 4. Зависимость ε_{ar}^* от долговечности

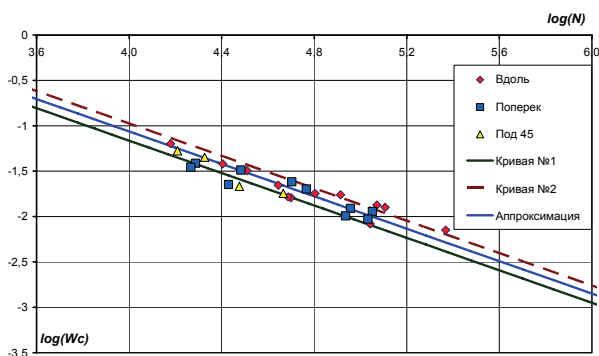


Рис. 5. Зависимость W_c от долговечности

В таблице 2 приведены значения коэффициентов необходимых для проведения расчетов долговечности на основе энергетического критерия разрушения.

Таблица 2.

Осредненные характеристики сплава Д16АТ, полученные по результатам испытаний образцов вырезанных вдоль, поперек и под 45° к прокату

	K_1	m_1	K_2	m_2	α	R
Осредненные параметры	173340	0,64	2690	0,236	1,12	$1,55 \cdot 10^{-3}$

Выводы

В работе приведены результаты экспериментальных исследований циклических деформационных и усталостных характеристик алюминиевого сплава Д16АТ в зависимости от направления проката. Установлено, что характеристики для листов из сплава Д16АТ практически не зависят от угла направления проката и находятся в полосе разброса. Разброс свойств между поставками более существенен, чем отличие характеристик при различном направлении к прокату рассматриваемого листа.

Список литературы

1. Справочные данные по выносливости конструкционных сплавов : отчет : № 1852 VII / ЦАГИ ; рук. Воробьев А. З.; исполн.: Богданов Б. Ф., Колганова З. Н., Завируха Г. Г. – М., 1977. – 170 с.
2. Конструкционные материалы в самолетостроении / А. Г. Моляр, А. А. Коцюба, А. С. Бычков, О. Ю. Нечипоренко. – К. : КВИЦ, 2015. – 400 с.
3. Трощенко, В. Т. Энергетический критерий усталостного разрушения / В. Т. Трощенко, П. А. Фомичев // Пробл. прочности. – 1993. – №1. – С. 3 – 10.
4. Фомичев, П. А. Методика экспериментальных исследований циклических деформационных и усталостных характеристик конструкционных материалов / П. А. Фомичев, А. С. Третьяков, А. А. Черных // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2008. – Вып. 2 (53) – С. 24 – 34.
5. ГОСТ 25.502–79. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний материалов. Методы испытаний на усталость. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 36 с.
6. Фомичев, П. А. Прогнозирование долговечности тел с надрезами по локальному напряженно-деформированному состоянию. Сообщение 1. Определение напряжений и деформаций в надрезе при циклическом упругопластическом деформировании / П. А. Фомичев, В. В. Звягинцев // Пробл. прочности. – 2000. – №3. – С. 37 – 45.
7. Третьяков, А. С. Циклические деформационные и усталостные характеристики сплава Д16АТ при асимметричном мягком регулярном нагружении / А. С. Третьяков, А. А. Черных // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2009. – Вып. 3 (59) – С. 45 – 53.

А.Д.Погребняк, к.т.н.
(Институт механики им. С.П.Тимошенко НАНУ, Украина)

Сопротивление усталости конструкционных материалов и его взаимосвязь с состоянием тонких поверхностных слоев

В работе рассматривается взаимосвязь сопротивления усталости ряда конструкционных материалов с состоянием тонких поверхностных слоев. Исследования усталости образцов проводились в широком диапазоне изменения температур и амплитуд циклических напряжений в условиях одноосного растяжения-сжатия с одновременным измерением толщины упрочненного поверхностного слоя методом микротвердости.

Анализ условий работы многих ответственных элементов машиностроительных конструкций свидетельствует о том, что в процессе эксплуатации в большинстве случаев они подвергаются сложному комплексу силовых воздействий, для которого характерно совместное сочетание статических и циклических или разнородных циклических нагрузок. В качестве примера можно указать на такие конструктивные элементы как фрагменты планера летательных аппаратов, лопадки, диски газовых турбин, валы двигателей, клапанные пружины и др.

Условия их эксплуатации сопровождаются нередко воздействием высоких температур, агрессивных сред. Это приводит к преждевременному истощению несущей способности таких элементов конструкций и к их разрушению в результате развития процессов усталости материала.

В связи с этим исследования сопротивления усталости всегда представляли большой научный и практический интерес [1, 2].

Пристальное внимание к проблеме усталости конструкционных материалов ныне связано, с одной стороны, с интенсивным развитием многих отраслей современной техники, разработкой и внедрением новых классов материалов, с другой – с необходимостью дальнейших обобщений получаемых результатов испытаний и совершенствованием существующих методов расчета на прочность элементов конструкций.

Общеизвестно, что сопротивление усталости конструкционных материалов существенно зависит от состояния поверхности исследуемых объектов. В этом направлении накоплен достаточно большой экспериментальный материал, устанавливающий степень зависимости циклической долговечности от различного рода факторов – концентрации напряжений, защитных покрытий, проявления технологических операций обработки поверхности. Однако остается недостаточно исследованной роль тонких поверхностных слоев в формировании сопротивления циклическому нагружению, в истощении несущей способности конструктивных элементов и в их усталостном разрушении при воздействии циклических или циклических и статических нагрузок.

Многочисленными рентгенодифракционными, поляризационно-оптическими, электронографическими, металлографическими исследованиями

установлена весьма сложная взаимосвязь состояния поверхности и циклических напряжений. Приходится при этом учитывать иное состояние поверхностного слоя по сравнению с внутренними слоями, в связи с несовершенством его структуры, на что обращают внимание многие ученые.

В работах В.С.Ивановой с сотрудниками [3, 4] предложена модель предела выносливости, обусловленного существованием упрочненного поверхностного слоя, создаваемого искусственно и формируемого в результате воздействия циклического нагружения. Авторы основное внимание уделяют дислокационным аспектам.

Нами выполнен достаточно большой объем экспериментальных исследований поверхности образцов материалов с использованием метода микротвердости в процессе циклического нагружения как при нормальной, так и при повышенных температурах.

Результаты этих исследований приведены ниже.

Исследования проводились на модернизированной установке МИР-СТ [5], оснащенной вакуумной камерой и микротвердомером, позволяющим измерять микротвердость поверхностного слоя исследуемых объектов в широком диапазоне температур и нагрузок при растяжении-сжатии. С этой целью отработана методика определения толщины упрочненного поверхностного слоя [6] и выполнен цикл его измерений.

В ходе исследований было установлено, что толщина упрочненного поверхностного слоя h зависит от исходной пластичности материала, определяемой относительным удлинением δ_s , – чем больше его пластичность, тем больше формируется толщина упрочненного слоя (рис. 1, кривая 2). Вместе с

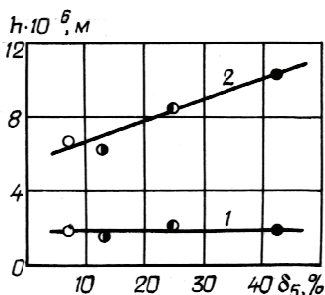


Рис. 1. Зависимость толщины поверхностного слоя от исходной пластичности материала: стали 40X (○), 20X (●), ЭИ437А (★)

тем, независимо от исходной пластичности материала, его разрушение наступает при некоторой критической толщине слоя h_* (кривая 1), которая находится для различных материалов примерно на одном уровне и достигается за разное число циклов в зависимости от действующего напряжения – чем выше уровень напряжения, тем быстрее достигается значение критической толщины h_* .

Представляют интерес исследования влияния амплитуды циклического напряжения и температуры испытания на кинетику изменения толщины упрочненного поверхностного слоя.

Выполненные исследования позволили построить кинетические зависимости изменения толщины упрочненного поверхностного слоя образцов стали 40X в результате воздействия циклических напряжений и температуры (рис. 2, а). Они свидетельствуют о том,

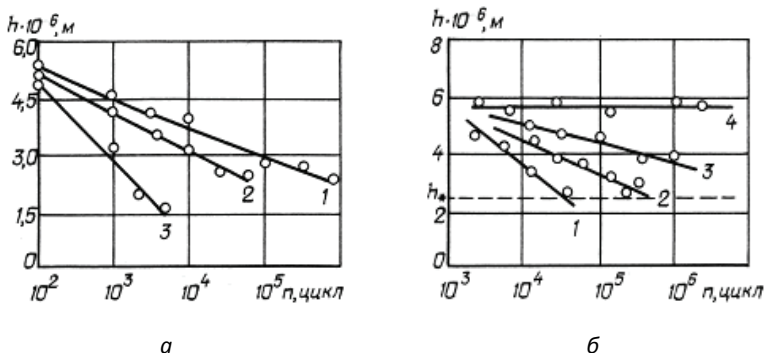


Рис. 2. Кинетические зависимости изменения толщины упрочненного поверхностного слоя образцов стали 40Х (а) и стали 20 (б) от числа циклов нагружения и уровня циклического напряжения при температуре θ :

а – $\theta = 500^\circ\text{C}$; $\sigma_a = 263 \text{ МПа}$ (1); $\theta = 700^\circ\text{C}$; $\sigma_a = 166 \text{ МПа}$ (2);

$\theta = 700^\circ\text{C}$; $\sigma_a = 251 \text{ МПа}$ (3);

б – $\theta = 20^\circ\text{C}$; $\sigma_a = 271 \text{ МПа}$ (1); 258 (2), 246 (3) 222 (4) МПа

что с повышением уровня напряжения интенсивность истощения упрочненного поверхностного слоя возрастает. В этом же направлении наблюдается повышение температуры.

По результатам исследований сопротивления усталости образцов стали 20 построены аналогичные кинетические зависимости в более широком диапазоне амплитуд напряжений, подтвердившие вышеуказанные закономерности. В то же время эти исследования продемонстрировали постоянство толщины поверхностного слоя при некоторых напряжениях в течение всего периода испытаний, как это следует из приведенной иллюстрации (рис. 2, б, кривая 4). Именно данная амплитуда напряжения σ_a , равная 222 МПа, и выступает в качестве такой характеристики как предел выносливости σ_{-1} стали 20. Его значение, определенное с использованием стандартной методики, оказалось равным 210 МПа. Следовательно погрешность ускоренного определения значения σ_{-1} оказалась равной 5,7%.

Установленный результат позволяет предложить схему ускоренного определения предела выносливости конструкционных материалов, согласно которой, выбрав уровень напряжений заведомо ниже предела выносливости, осуществляется нагружение исследуемого образца материала в течение определенного времени и контролируется толщина поверхностного слоя. Если она остается постоянной или несколько повышается, продолжается испытание при периодическом увеличении напряжения до тех пор, пока не будет обнаружено уменьшение толщины поверхностного слоя. Предшествующее этому этапу

напряжение и характеризует предел выносливости. Результаты сопоставления оценки предела выносливости ряда исследованных конструкционных материалов ускоренным методом и с использованием стандартной методики свидетельствуют о достаточно высокой его эффективности, обеспечивающей большую экономию и времени, и средств при его определении. Погрешность определения предела выносливости предложенным методом не превышает 10% по сравнению со случаем использования стандартной методики.

Выводы

Установлено наличие тонкого упрочненного слоя, формируемого в процессе циклического нагружения. Последующее воздействие циклических напряжений приводит к уменьшению его толщины, скорость которого определяется температурой и уровнем амплитуды напряжений. Предложен метод ускоренного определения предела выносливости исследуемого материала путем поэтапного измерения толщины упрочненного поверхностного слоя с использованием метода микротвердости.

Список литературы

1. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность // Руководство и справочное пособие под ред. С.В.Серенсена. - М.: Машиностроение, 1975.- 488 с.
2. Форрест П. Усталость металлов // Пер. с англ. под ред. С.В.Серенсена. - Москва: Машиностроение, 1968.- 352 с.
3. Терентьев В.Ф. Модель физического предела усталости металлов и сплавов.- ДАН СССР.- Сер. Математика и физика, 1969.- 185, №2.- С. 324-326.
4. Иванова В.С., Терентьев В.Ф., Пойда В.Г. Особенности поведения поверхностного слоя металлов при различных условиях нагружения (обзор) // Металлофизика.- 1972.- Вып. 43.- С. 63-82.
5. Ищенко И.И., Погребняк А.Д., Синайский Б.Н. Влияние высоких температур на сопротивление усталости жаропрочных сталей и сплавов.- Киев: Наук. думка, 1979.- 176 с.
6. Желдубовский А.В., Погребняк А.Д., Романюк Б.Н., Ящук Н.В. Способ определения толщины упрочненного слоя металла / А.с. СССР № 1245935 // Бюллетень изобретений.- 1986.- № 27.- 139 с.

О.І. Богданович, к.т.н, В.В. Токарук
(Національний авіаційний університет, Україна)

Порівняння енергії активації поверхневого руйнування сталі ШХ 15 в середовищі авіапалив “ТС-1” кондиційного та “ТС-1” довготривалого зберігання

Експериментально-розрахунковим методом, використовуючи структурно-енергетичний і матеріалознавський критерій оцінки зносостійкості матеріалів при заданому мастильному матеріалі, визначили енергію активації поверхневого руйнування сталі ШХ 15 в середовищі авіапалив “ТС-1” кондиційного та “ТС-1” довготривалого зберігання

Постановка задачі. Серед широкого асортименту вуглеводневих рідин, які застосовуються на сучасній техніці, у якості палива (бензинів, газів, дизельних палив) і робочих тіл (рідин для гідросистем, спеціальних рідин і т.п.), відносять до низькомолекулярних.

Численні агрегати паливних і гідравлічних систем сучасної техніки (насоси, клапани, регулятори, розподільники і т.п.) працюють у середовищі низькомолекулярних вуглеводневих рідин, які одночасно є мастильним середовищем.

Серед трибосполучень паливних агрегатів, що функціонують в умовах тертя найбільш навантаженими є вузли високопродуктивних паливних насосів високого тиску, які перекачують паливо до витратних баків, а також подають це паливо до камер згоряння турбореактивних та турбогвинтових двигунів. Саме зносостійкість цих вузлів багато в чому визначає ресурс і надійність роботи паливних насосів. Найбільш поширені плунжерні, шестеренні і відцентрові насоси. У останніх двох типах насосів має місце лінійний контакт деталей вузлів які зазнають тертя, що перекачують паливо, а в плунжерних насосах сферичний торець плунжера і похила шайба утворюють пару тертя з точковим контактом.

У даній роботі для проведення трибологічних досліджень використана машина тертя „КИИГА-2”, в якій тертя ковзання відтворюється між сферичною поверхнею і площиною. Прийнята схема випробувального вузла імітує умови контактування пари тертя “плунжер — похила шайба” паливних насосів [1].

Однією з найбільш актуальних задач в триботехніці є уніфікація триботехнічних випробувань, без вирішення якої не можливо накопичення банків трибологічних даних та ефективність їх застосування в техніці. Рішення цієї проблеми потребувало розробки інваріантних критеріїв зносостійкості матеріалів трибосполучень. В основу розробки таких критеріїв були покладені фундаментальні закономірності трибології та застосування сучасних методів сумісних наук які вже дозволили отримати результати в теорії і практиці.

В даній роботі використана кінетична модель нормального механохімічного зношування при граничному терті, яка представлена на рис. 1 як тристадійна трибокінетична автокаталітична реакція [2]. На підставі цієї моделі була розроблена розрахунково-експериментальна методика оцінки кінетич-

них і енергетико-активаційних характеристик зносостійкості матеріалів трибо-сполучень, яка дозволила експериментально вивчати закономірність зміни енергії активації трьох стадій поверхневого руйнування у діапазоні нормального зношування, поглибити уявлення про енергетичну природу структурного пристосування матеріалів під час тертя.

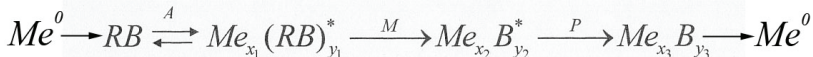


Рис. 1. Схема тристадійної трибокінетичної автокаталітичної реакції: Me^0 – ювенільні ділянки поверхні металу [3], RB – активний компонент мастильного матеріалу (присадка), R – вуглеводневий радикал присадки; B – активний компонент присадки; A – стадія адсорбції; Me – ювенільні ділянки поверхонь контактуючих конструкційних матеріалів трибоспряжень. $Me_{x_1}(RB)_{y_1}^*$ – адсорбційний комплекс; M – стадія модифікування; $Me_{x_2}B_{y_2}^*$ – модифіковані (дисипативні вторинні) структури, активні стосовно стадії руйнування (P); $Me_{x_3}B_{y_3}$ – комплекс поверхневого руйнування (продукти зносу) по суті - продукт трибореакції. Індексами x_i , y_i позначені парціальні коефіцієнти компонентів.

Також у роботі для визначення протизносних властивостей палива ТС-1 застосовується найбільш вдалий, на нашу думку, критерій оцінки зносостійкості – енергія активації поверхневого руйнування E^P це – кількість енергії, яка необхідна для ініціювання і підтримки поверхневого руйнування (зношування). Вона дорівнює величині енергетичного бар'єру, подолання якого ініціює структурні зміни, що обумовлюють зношування і є предметом вивчення матеріалознавства. Тобто E^P можна розглянути, як структурно-енергетичний, інтегральний в діапазоні нормального механо-хімічного зношування, критерій оцінки зносостійкості конструкційних матеріалів при заданому мастильному матеріалі або критерій оцінки протизносних властивостей мастильних матеріалів при постійному конструкційному матеріалі.

Випробування. Для проведення експерименту застосовувався матеріал пари тертя – легована сталь ШХ15, яку використовують у стандартних трибологічних дослідах за ГОСТ 23.221-84. Цей матеріал найбільш розповсюджений у реальних вузлах тертя, зокрема, у шарикопідшипниках. Пару тертя у машині тертя „КИИГА-2” утворюють три шарики з легової сталі ШХ15 не нижче 11 квалітету й обойма опорного шарикопідшипника 8108, яка виготовляється також зі сталі ШХ15. Плоский бік обойми попередньо оброблявся на плоскошліфувальному верстаті, а потім доводився на чавунній плиті з використанням алмазної пасти до шорсткості $R_a=0,32$ мкм. Застосування стандартних виробів у якості випробувальних зразків гарантує ідентичність за структурою і твердістю (HRC 62 ... 64) матеріалу. Знос робочої поверхні плоских дисків в процесі випробувань незначні, що дозволяє при малих затратах праці повністю видаляти сліди uszkodження поверхні дисків шляхом притирання на чавунній плиті з використанням алмазної пасти АП-5. Таким чином, після нескладної обробки диски знову підготовлені до випробувань в машині тертя [1]. Для

кожного експерименту використовувалась недоторкана поверхня кульок і знову підготовлений диск. У даній роботі у якості мастильного матеріалу для трибокінетичних дослідів використовували реактивне паливо марки ТС-1 (ДСТУ 320.001249943.011-99) Кременчуцького НПЗ.

Методика та результати експерименту: Трибокінетичні досліді проводили на машині тертя „КПЦА-2”, без збиткового тиску в камері, при навантаженні $P=98,1$ Н, температурі $T_1=303$ °К та $T_2=333$ °К та швидкості ковзання $V_{\text{шк}} = 1,18$ м/с без зупинок через інтервали часу Δt . Після кожного досліді заданої тривалості t вимірювали за допомогою мікроскопа „МИМ-7” при 70-ти кратному збільшенні (точність виміру складала 0,0143 мм) два взаємно перпендикулярних діаметри плями зносу кожного шарика і розраховували середні арифметичні значення плями зносу d , середні значення d трьох плям зносу (шариків) d_c , середні значення d_c трьох або більш дослідів d_{cp} .

За кількісний критерій оцінки зносу прийнятий сумарний об’єм руйнування (зношування) трьох шариків (плям зносу) V , які мають форму шарикового сегмента, діаметр основи якого дорівнює діаметру плями зносу. При цьому V дорівнює сумі трьох об’ємів шарикових сегментів $V_{\text{шк}}$, розрахованих за d для кожного шарика (плями зносу). Будували графіки залежності $\lg V_{\text{шк}}$ від t для кожного значення P та T , при яких проводили трибокінетичні досліді. Графічно встановлювали кінетичні параметри: порядок реакції N^P і константи швидкості K^P . Лінійні залежності $\lg V_{\text{шк}}$ від t підтверджують перший порядок $N \approx 1$ стадії поверхневого руйнування (зношування). Якщо ця залежність нелінійна $N \geq 2$ необхідно побудувати графік зворотної залежності кількості матеріалу від t , припустивши $N \approx 2$. У випадку нелінійності залежності при $N > 2$ оцінити кінетичні характеристики для такої стадії стає неможливим.

Лінійність залежностей $\lg V_{\text{шк}}$ від t графічно дозволяє визначити значення констант швидкостей K^P стадії поверхневого руйнування (зношування) при температурах T_1 і T_2 , рівних тангенсу кута нахилу прямої до осі абсцис (of).

Графічна оцінка дозволяє встановити лише наближені значення кінетичних параметрів порядку реакції N^P і константи швидкості K^P тому необхідно розрахувати N^P і K^P аналітично за формулами (1) і (3) відповідно.

$$N^P = \frac{\lg w_1 / w_2}{\lg V_1 / V_2} \quad (1)$$

де w_1 і w_2 — середні швидкості поверхневого руйнування (зношування), які відповідають середнім значенням сумарного об’єму руйнування (зносу) V_1 і V_2 відповідно.

Середні швидкості w для кожного інтервалу часу $\Delta t = t_i - t_{i-1}$, крім початкового, для якого $t_{i-1} = 0$, розраховували за формулою:

$$w = \frac{V_{t_i} / t_i + V_{t_{i-1}} / t_{i-1}}{2} \quad (2)$$

де V_{t_i} і $V_{t_{i-1}}$ — середні значення сумарного об’єму руйнування (зносу) в моменти часу t_i і t_{i-1} , де t_i (наступний за t_{i-1}).

Як правило, розрахунок N^P проводиться для підтвердження раніше графічно встановленого наближеного значення N^P для початкового і кінцевого інтервалів Δt .

$$K^P = \frac{\Delta B}{\Delta t} \times \frac{1}{B_c} \quad (3)$$

де $\Delta B = B_i - B_{i-1}$ — інтервал кількостей реагуючих матеріалів відповідних двом крайнім значенням інтервалу Δt , $B_i - t_i$ і $B_{i-1} - t_{i-1}$ відповідно;

$$B_c = \frac{B_i + B_{i-1}}{2} \text{ — середнє арифметичне значення кількостей реагуючого матеріалу.}$$

У даній роботі відповідно до обраної методики трибокінетичного експерименту [2] й оцінки кінетичних характеристик, E^P (кДж/моль) розраховували за рівнянням Арреніуса (4) (табл.1), за трьома, при $T_1=303$ °K та при $T_2=333$ °K, значеннями констант швидкості поверхневого руйнування (зношування), розраховували за рівняннями хімічної кінетики, тобто E^P є кінетичним, фізико-хімічним критерієм оцінки зносостійкості матеріалів трибосполучень.

$$E^P = \frac{RT_1T_2 \ln K_2 / K_1}{T_2 - T_1} = \frac{1,9144T_1T_2 \lg K_2 / K_1}{T_2 - T_1} \times 10^{-2} \quad (4)$$

де K_1 і K_2 — константи швидкості стадії руйнування (зносу), встановлені при температурах T_1 і T_2 відповідно;

1,9144 — добуток газової постійний $R = (8,3143 \pm 0,0012) \times 10^3$ Дж/°K×моль на модуль переводу натуральних логарифмів у десяткові, рівний 2,3036.

Статистична оцінка експериментальних даних здійснюється за стандартною методикою наведеною у [4].

Таблиця 1.

Кінетичні характеристики поверхневого руйнування сталі ШХ 15 в паливі ТС-1

Авіапаливо	Значення			Інтервали часу Δt , для яких розраховували K^P , $\Delta t \times 10^{-3}$, с ⁻¹	Значення K^P для інтервалів Δt , $K^P \times 10^{-3}$, с ⁻¹	Середні значення K^P , $K^P \times 10^{-3}$, с ⁻¹	Коефіцієнт варіації оцінки, K^P , W_K %	Значення енергії активації зношування, E^P , кДж/моль
	вісьового навантаження, Р, Н	температури, Т, °К	порядків зношування N^P					
ТС-1	9,81	303	0,524	2,4-1,8	0,5334	0,4897	8,6749	19,4219
			0,630	3,0-2,4	0,4872			
		333	0,166	2,4-1,8	1,0241	0,9808	8,2176	
			0,296	3,0-2,4	0,8878			
ТС-1 довго-тривалого зберігання	9,81	303	1	3,6-3,0	1,2094	1,0872	10,2	19,581
			1	4,2-3,6	0,9927			
		333	1	4,8-4,2	1,0595	2,1899	6,7	
			1	2,4-1,8	1,9868			
				3,0-2,4	2,4038			
				3,6-3,0	2,1791			

Висновки

1. Значення E^P довготривалого зберігання вказують на дещо кращі протизносні властивості цього палива, що пояснюється збільшенням продуктів окислення, але "ТС-1" гірше за РТ по протизносним властивостям.
2. Поповнення банку даних E^P - критерія оцінки протизносних властивостей авіапалива "ТС-1" кондиційного та "ТС-1" довготривалого зберігання
3. Підтвердження дієвості кінетичної моделі нормального механохімічного зносу та експериментальної методики визначення E^P та кінетичних характеристик.

Список літератури

1. Аксенов А. Ф. Трение и изнашивание металлов в углеводородных жидкостях. М.: Машиностроение, 1977, 152 с.
2. Богданович А.И. Кинетические и энергетико-активационные характеристики износостойкости и совместимости материалов трибоспращений: Автореф. дис. к-та техн. наук, - К., 1987.-20 с.
3. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. М.: Физматгиз, 1963. - 472 с.
4. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений. Л.: "Наука", Ленинградское отделение, 1968. - 96 с.

І.М. Погреблюк, д.т.н., В.С. Труш, к.т.н., О.Г. Лук'яненко, к.т.н.,

Т.М. Кравчишин, к.т.н.

(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна)

І.Л. Поболь, д.т.н., О.І. Назарова

*(Державний науковий заклад «Фізико-технічний інститут НАН Білорусії»,
Білорусія)*

Підвищення зносотривкості сплаву ВТ6 азотуванням

Показано, що модифікування поверхневого шару азотом шляхом термодифузійного насичення з газового середовища підвищує зносотривкість титанового сплаву ВТ6.

Сучасний рівень розвитку та подальший прогрес авіаційної техніки в значній мірі визначається використанням титанових сплавів. Саме титанові сплави гарантують безпечну експлуатацію літаків з високими навантаженнями. Загалом, частка титанових сплавів у конструкціях ракетно-космічної техніки коливається від 5% до 30% їх ваги. У сучасних революційних конструкціях літаків роль титану зростатиме, оскільки завдяки цьому матеріалу забезпечуються стійкість до навантажень, мала маса та інші важливі характеристики літальних апаратів. Якщо за рівнем питомої міцності та корозійної стійкості титанові сплави задовольняють вимоги до конструкційного матеріалу для сучасної авіакосмічної техніки, то використання їх у вузлах тертя, у місцях прямої контактної взаємодії без зміцнювальної поверхневої обробки у більшості випадків неможливе [1].

Серед численних методів зміцнення поверхні – дифузійне азотування титанових сплавів залишається перспективним, ефективним і економічно виправданим методом хіміко-термічної обробки. Азотування титанових сплавів технологічно просте, забезпечує стабільні фізико-хімічні характеристики оброблених поверхонь, не потребує додаткових технологічних операцій, легко відтворюється та дозволяє обробляти деталі складної форми, у тому числі й з отворами. Формування перехідних дифузійних шарів забезпечує міцне зчеплення поверхневого нітридного шару з основою.

Двофазні високоміцні ($\alpha + \beta$) - титанові сплави, у тому числі й ВТ6, є широкоживаними у вітчизняному літакобудуванні. Ці сплави використовують для виготовлення деталей фюзеляжу, крила, деталей кріплення, тощо. На відміну від однофазних, термодифузійне азотування високоміцних ($\alpha + \beta$) - титанових сплавів за діючими в авіаційній галузі технологічними інструкціями, хоча й забезпечує необхідний рівень зміцнення поверхні та приповерхневих шарів, проте нівелює результат попередньої термічної обробки, яка задає рівень об'ємного зміцнення матеріалу.

Азотування сплаву ВТ6 здійснювали на установці, яка розроблена та виготовлена у ФМІ НАН України (рис. 1) і дозволяє виконувати дифузійне насичення, як у розрідженій динамічній атмосфері азоту, так і в статичних умовах за атмосферного тиску газу.

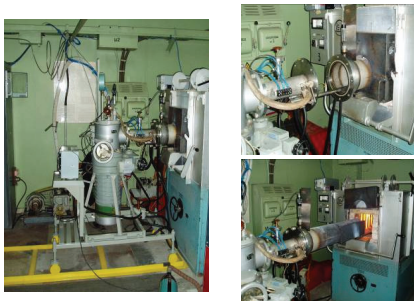


Рис. 1. Установка для термічної обробки в вакуумі та контрольованих газових середовищах.

У даній роботі для азотування використовували газоподібний азот технічної чистоти (ГОСТ 9293-74), що містив, згідно з ТУ, кисню не більше 0,4 об. % і парів води не більше 0,07 г/м³. Азот перед подачею в реакційний простір печі висушували та звільняли від кисню, пропускаючи через капсулу із силікагелем та нагріту на $\sim 50^{\circ}\text{C}$ вище температури насичення титанову стружку. Для усунення природних оксидних плівок та унеможливлення утворення нових плівок, зразки до температури азотування T_A нагрівали у вакуумі 10^{-3}Па . Для повного розчинення (дисоціації) поверхневих оксидних плівок, тобто ліквідації дифузійного бар'єру та активування поверхні титану, а також усунення залишків водно з об'єму зразків виконували витримку у вакуумі тривалістю 0,5 год при досягненні температури 350°C і 600°C .

Азотування сплаву ВТ6 здійснювали в розрідженому динамічному потоці азоту за наступними режимами: **R1** – 800°C , 6 год, 1 Па N_2 , охолодження зі швидкістю $2,5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$. до 500°C , 0,5 год, охолодження з піччю (азотування, суміщене з термічною обробкою сплаву) та **R2** – 850°C , 8 год, 10 Па N_2 (ізотермічне азотування). Після реалізації зазначених режимів хіміко-термічної обробки на поверхні титанового сплаву ВТ6 формується нітридна плівка на базі Ti_2N -фази товщиною від 0,5 до 2 мкм. З підвищенням температури насичення (від **R1** до **R2**) товщина нітридної плівки збільшується. На рентгенограмах це відображається збільшенням відносної інтенсивності рефлексів Ti_2N -фази, формуванням текстури Ti_2N -фази вздовж напрямку (002), зменшенням відносної інтенсивності рефлексів α -титану (рис. 2).

Випробування на знос зразків сплаву ВТ6 після термічної обробки (режим **R0**) та азотування за режимами **R1** і **R2** виконували за схемою «диск – колодка» в дизельному мастилі М14В2 на базі 3 км при питомому навантаженні 1; 2; 3 та 4 МПа зі швидкістю обертання 0,6 м/с. В якості контр-тіла використовували колодку зі сталі У8 гартовану на HRC59.

Дослідження підтвердили, що термічна обробка **R0** (базовий режим термічної обробки) сплаву ВТ6 не забезпечує належного рівня антифрикційних характеристик. За навантаження 0,2 МПа вже після 2 хв. ковзання в парі «сплав ВТ6 (**R0**) – сталь» відбувається задири.

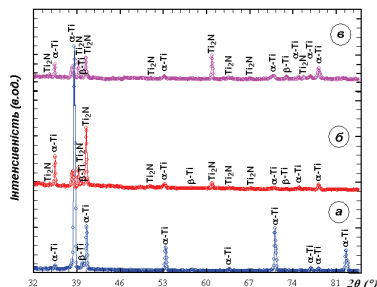


Рис. 2. Дифрактограми, зняті з поверхні сплаву ВТ6 після хіміко-термічної обробки за режимами **R0** (а), **R1** (б) та **R2** (в).

Поряд з цим, азотування обумовлює високу зносотривкість і працездатність пари «титан – сталь». Знос азотованого диску на базовому шляху тертя залежно від навантаження не перевищує 0,0013 г. При цьому, сплав після азотування, суміщеного з термічною обробкою (**R1**) демонструє вищий рівень зносотривкості порівняно з ізотермічним азотуванням (**R2**), про що свідчать нижчі, як інтенсивність зношування азотованого диску (рис. 3 а) і контр-тіла (рис. 3 б), так і коефіцієнт тертя (0,15 проти 0,18).

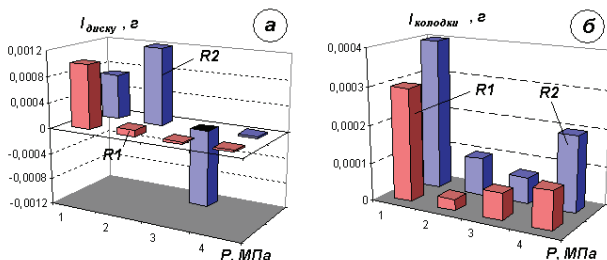


Рис. 3. Інтенсивність зношування диска сплаву ВТ6 (а), азотованого за режимами **R1** і **R2**, і колодки зі сталі У8 (б) залежно від навантаження **P**.

Висновок

Отже, азотування двофазного титанового сплаву ВТ6, суміщене зі штатною термічною обробкою в одному технологічному циклі, забезпечує об'ємне зміцнення металу та високу зносотривкість поверхневого шару.

Список літератури

1. Основные закономерности фазовых превращений и оптимизация структуры и свойств высокопрочных титановых сплавов / И.С. Полькин, Т.В. Ишунькина, В.Л. Родионов и др. // Титан. – 1993. – № 2. – С. 13-19.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки Держаного фонду фундаментальних досліджень (конкурсний проект № Ф73/22194).

*О.В. Широков, В.В. Широков, д.т.н., Я.О. Шахбазов, д.т.н.
(Українська академія друкарства, м. Львів, Україна),
Анна Уль (Університет прикладних наук Вюцбург - Швайнбурга, Німеччина),
Х. Б. Василів, к.т.н.
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАНУ, м. Львів, Україна)*

Вплив легування цирконієм і вуглецем на опір зношуванню і окисленню ванадію

Проаналізовано доробок вітчизняних науковців в області вивчення та розробки ванадієвих сплавів. Виявлено їх важливу роль в якості конструкційних матеріалів для елементів термоядерних реакторів. Встановлено, що легування ванадію цирконієм і вуглецем суттєво впливає на його структуру та властивості. Для сплаву притаманні вищі зносотривкість і опір окисленню на повітрі.

В розвинених країнах розширюється використання ванадію і його малолегованих (до 30 %) сплавів. Перспектива застосування ванадію і сплавів на його основі визначається їх функціональними та фізико-механічними властивостями за якими вони потенційно переважають більшість можливих конструкційних матеріалів для першої стінки та твєлів ядерних і термоядерних реакторів нового покоління різноманітного призначення. Крім того, він набагато легший, ніж більшість тугоплавких металів, тому застосовується в аерокосмічній промисловості, виробках подвійного призначення, де дуже важлива висока питома міцність [1-5]. І якщо до 60-тих років питання стояло лише видобуток ванадію та технології його виділення з нерудних компонентів, в основному для виготовлення сталей то пізніше, в рамках СРСР, було створено відповідний потужний науково-виробничий комплекс з метою розробки сплавів і технологій виробництва злитків та їх переробки у фабрикати і напівфабрикати [6]. Великий доробок в цій галузі має Україна. Зокрема ДП "НДТІ" - Трубний інститут ім. Я. Ю. Осади (Дніпропетровськ) – розробник технологій і виробник прецизійних труб широкого сортаменту та ін. [6], Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут (ННЦ ХФТІ) - розробник високочистих ванадієвих сплавів та їх радіаційних випробувань [7], Інститут електрозварювання імені Євгена Патона НАН України (Київ) - створення технології отримання якісних зварних з'єднань [8], Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України (Львів) – теоретичне та експериментальне забезпечення розробки принципів підвищення жароміцності і жаротривкості ванадію [9].

Найбільше поширення в промисловості отримали сплави на основі: ванадію систем V-Zr-C (ВЦУ); V-Zr-C-Y (ВЦУИ); V-Zr-C-Nb (ВЦУН10); V-Zr-C-Mo (ВЦУМ-10); V-Cr (ВХ-8-1); V-W (ВВ-8). Наприклад, труби із ванадієвих сплавів умовно можна розбити на три сортаментні групи: для ядерної енергетики (сплав ВЦУ) – труби особливо тонкостінні розміром 6х0,3 мм и шестигранники розміром «під ключ» 44 мм и товщиною стінки 1,0 мм; для енергетичного машинобудування (сплав ВЦУН-10) – тонкостінні труби розмірами

48x1,0; 38x1,0; 28x1,0; для авіабудування (сплави ВХ-8 и ВВ-8) – тонкостінні труби розмірами 81x1,5; 90x1,5; 100x1,5; 120x1,5; 121x1,5; 130x1,5 мм.

На сьогодні термоядерна енергетика - величезний міжнародний інноваційний мегапроект, який реалізується на першому етапі у вигляді проекту експериментального термоядерного реактора ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), а потім, його спорудженні [10]. В якості перспективних конструкційних матеріалів для цілого ряду елементів реакторів такого типу розглядається ванадій і сплави на його основі. І це не зважаючи на те, що є ряд стримуючих характеристик: токсичність при ряді деяких технологічних операціях (нагрів до 650 °С, різання на абразивних кругах з нагрівом в зоні різання до критичних температур, шліфування), інтенсивне «схоплення» в силу високої в'язкості і активності з поверхнею технологічного інструменту при холодному деформуванні способами обробки тиском, високою хімічною активністю по відношенню до кисню, відсутність даних щодо трибологічних властивостей. Отже, враховуючи попередні надбання вітчизняних вчених щодо вивчення і розробки ванадієвих сплавів, відповідних технологій їх виплавляння і отримання прокату та інших виробів, у випадку розроблення фізико-хімічних основ підвищення ресурсу працездатності ванадію (в тому числі малоактивованих сплавів на його основі) і його аналогів у високотемпературних агресивних середовищах легуванням та хіміко-термічною обробкою цей доробок може бути надважливим в області матеріалознавства конструкційних матеріалів для термоядерного реакторобудування.

Необхідність вивчення опору тертю сплавів на основі ванадію виникла у зв'язку з випадками руйнування твелів в наслідок їх коливань і переміщень, що супроводжуються контактною взаємодією з іншими деталями.

Мета даної роботи – оцінити вплив сумісного легування цирконієм та вуглецем на зносотривкість і опір окисленню ванадію.

Досліджували ванадій технічної чистоти і сплав V-2,6Zr-0,37мас.%С (табл.1), чим забезпечувалось атомне співвідношення $Zr/C = 1,68/1,57 = 1,07$ і утворення виділень дисперсних вторинних фаз [12].

Таблиця 1

Хімічний склад досліджуваних матеріалів (мас.%)

	Zr	C	O	N	H	Fe+Al+ Si	V
V	-	0,05	0,05	0,040	≤0,001	≤0,40	Решта
V-Zr- C	2,6	0,37	0,01	0,008	≤0,001	≤0,10	Решта

Для дослідження зносу ванадієвих сплавів виготовлена експериментальна установка, яка дозволяє проводити випробування листового матеріалу в короткі терміни по схемі циліндр-площина. Така схема дозволяє визначити питоме навантаження на матеріал на всіх стадіях тертя: притирання, нормального зносу, руйнування. За умовно «незносиме» контргіло (циліндричної форми) використано ролик із сталі ШХ15.

Для визначення впливу легуючих елементів на жаростійкість ванадію на повітрі застосовували метод диференційного термічного аналізу в динамічному режимі та в ізотермічних умовах на дериватографі марки "Q" фірми "Paulik" з автоматичним записом в процесі нагріву температурних і гравімет-

ричних даних, швидкості їх змін. Нагрів проводився до температури 1300 К із швидкістю 10 град/хв. В якості еталону використовувався оксид алюмінію, в якому в температурному діапазоні досліджень відсутні поліморфні і фазові перетворення.

Зносотривкість. Експериментальні дані (рис. 1) свідчать, що за опором зношенню сплав переважає нелегований ванадій. В обох випадках утворюються порошкоподібні продукти зносу чорного кольору. Крива зношення сплаву ванадію з цирконієм і вуглецем носить класичний характер з ділянками притирання, нормального зношення і прискореного руйнування.

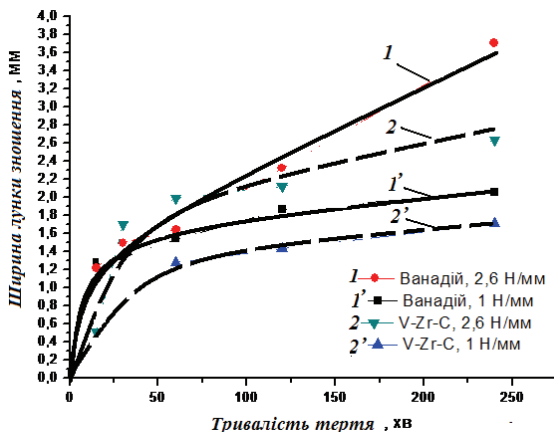


Рис. 1. Вплив навантаження на опір зношуванню ванадію (1,1') і сплаву ванадій – цирконій – вуглець (2, 2')

Опір окисленню. До 523 К ванадій відносно стійкий в атмосфері повітря. При наступному нагріві з температури 737 К маса зразків різко зростає перший раз. Максимальна швидкість приросту маси зафіксовано другий раз після проходження 1000 К. Починаючи з 523 К поверхня ванадію темніє, а вище 945...950 К стає склоподібною і починає стікати з поверхні взірця. При 973 К спостерігається процес інтенсивного «самозагоряння» металу, якому відповідає різке виділення тепла (рис. 2а, крива 4). Щодо сплаву (рис. 2б), маса зразків з температурою зростає в меншій мірі, ніж нелегovanого ванадію. Швидкість приросту маси до пікових значень зростає лише один раз починаючи з температури близько 900 К. Поверхня металу після 573К темніє і залишається такою до завершення випробувань. Різке тепловиділення починається один раз починаючи з температури 923К.

Відомо [13], що механічні властивості металів суттєво впливають на їх опір зношенню. За фрикційної взаємодії без мащення на початковому етапі, зокрема етапі припрацювання, та у випадку абразивного зношення, як правило більш стійкими виявляються металеві матеріали з вищою міцністю. Це має підтвердження і у випадку ванадію. Тому сплав з цирконієм і вуглецем демонструє порівняно з нелегованим ванадієм більш високу зносотривкість (рис.1).

Крім того, очевидно, продуктами зношення є оксиди ванадію або ванадію і цирконію у випадку сплаву, про що свідчить їх забарвлення та морфологія. Очевидним джерелом кисню може бути повітря. Але необхідна умова оксидоутворення на повітрі - забезпечення температури поверхні металів (рис.2) вище 523 К. Згідно з даними термометрії режим тертя в наших умовах забезпечує незначне (до 350 К) тепловиділення на номінальному контакті, яке на повітрі не може призводити до окислення ванадію чи цирконію у сплаві. Проте значно вищий рівень температури досягається на фактичному контакті та у випадку виникнення температурних спалахів [14] в процесі тертя. Час температурного спалаху достатній для термохімічних та термомеханічних процесів, зокрема окислення. На тертьових поверхнях сплаву можливе утворення оксидів цирконію, як легуючого інгредієнта, більш спорідненого до кисню, ніж ванадій. Фізико-хімічні властивості сплаву значно відрізняються від таких для нелегованого металу.

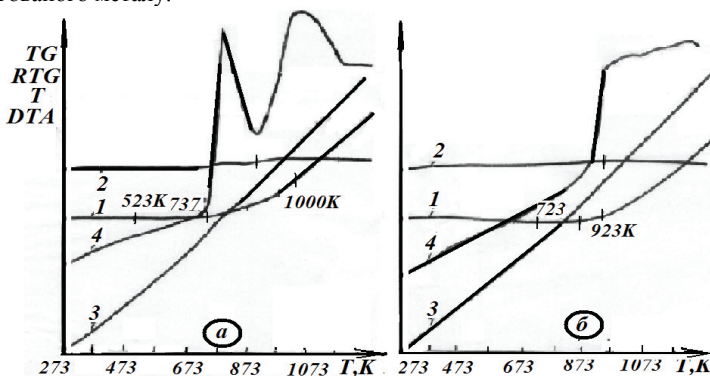


Рис.2. Комплексні дериватограми ванадію (а) і сплаву системи V-Zr-C (б) на повітрі: 1-зміна маси взірця (TG); 2- інтенсивність зміни маси (RTG) ; 3 - термограма нагріву пічки (T) і взірця (DTA) - 4.

Висновки

Розроблення фізико-хімічних основ підвищення ресурсу працездатності ванадію (в тому числі малоактивованих сплавів на його основі) у високотемпературних агресивних середовищах легуванням та хіміко-термічною обробкою актуальне в області матеріалознавства конструкційних матеріалів для термоядерного реакторобудування. Потребується інтенсифікація науково - дослідних робіт в цьому напрямі. Легування ванадію цирконієм і вуглецем за атомного співвідношення $Zr/C=1,07$ суттєво впливає на його структуру та властивості. Для сплаву притаманні вищі зносотривкість і опір окисленню на повітрі порівняно з нелегованим ванадієм технічної чистоти. У зв'язку з відносно низькою температурою утворення пентаоксиду ванадію та його переходом у рідкий стан на опір зношуванню можуть впливати фрикційні температурні спалахи.

Список літератури

1. V. V. Shyrokov, Ch. B. Vasyliv, O. V. Shyrokov. Ways of improving the high-temperature work service of vanadium and some alloys used in reactors / Journal of Nuclear Materials, 394(2009), pp 114-122.
2. Михайлов В. М., Евтихин В. А., Люблинский И. Е. и др. Литий в термоядерной и космической энергетике XXI века. – М.: Энергоиздат, 1999. – 528 с.
3. Грязнов Г. Н., Евтихин В. А., Завяльский Л. П. и др. Материаловедение жидкометаллических систем термоядерных реакторов. – М.: Энергоиздат, 1989. – 220 с.
4. Широков В. В. Шляхи підвищення жароміцності і корозійної тривкості ванадію та деяких сплавів реакторного призначення.// Фіз.-хім. мех. матеріалів. – 1999, №3, – с.91-104
5. Дурягина З. А. и др. Концепция использования и защиты конструкционных и функциональных материалов для ядерных и энергетических установок.// МитОМ. – 2001, №3. – с.77-84.
6. Металл бюлетень. Україна – №5, 2007, НАУКА И ТЕХНИКА, Прецизионные технологии (<http://www.web-standart.net/magaz.php?sid=5&year=2007>).
7. А. И. Кондрик, Г. П. Ковтун. Сплавы на основе ванадия для термоядерной энергетики/Вісник Харківського університету, № 823, 2008 (серія фізична «Ядра, частинки, поля», вып. 3 /39/), с. 4-24.
8. Гуревич С. М. и др. Сварка сплавов ванадия/ Автоматическая сварка, 1968, №5, с. 68-69.
9. Широков В. В. Підвищення жароміцності перспективних ванадієвих сплавів реакторного призначення шляхом легування та хіміко-термічної обробки/ Автореф. дис. ... д. техн. наук. - Львів, 1996 р.
10. Перспективи енергозабезпечення України в контексті світових тенденцій: Монографія / За заг. науковою ред. А.Шевцова. - Д.: РФ НІСД, 2008. – 208 с.
11. В. П. Смирнов. Термоядерная энергетика – крупнейший международный инновационный проект/ Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2008, т. LII, № 6, с.79-94.
12. И. П. Дружинина, Л. П. Воробьева, Г. Н .Перькова, Л. В. Мельникова, А. В. Елютин, М. С. Лалаян, А. Ф. Геков, А. Г. Аракелов. Свойства и фазовый состав сплавов ванадия, легированных цирконием и углеродом. Изв. АН СССР. Металлы, 1976, №4, с.213-216
13. Engineering tribology/ Gwidon W. Stachowiak, Andrew W. Batchelor - 2001 - 744 p.
14. Yu.I. Koval'chik and V.V. Shyrokov. Modeling of Temperature Flashes under the Conditions of Periodic Contact of Friction Surfaces /Materials Science, Volume 41, Number 2 / March, 2005, 192-201

*І.М. Погрелюк, д.т.н., С.М. Лаврись
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАНУ, м. Львів, Україна)*

До питання підвищення зносотривкості титанового сплаву ВТ22 деформаційно-дифузійною обробкою

Досліджено вплив деформаційно-дифузійної обробки на триботехнічні характеристики пари тертя ВТ22 – БраЖН 10-4-4. Встановлено, що високу зносостійкість титанового сплаву ВТ22 забезпечує обкочування за навантаження 200 Н у 7 проходів з наступним азотуванням на другому ступені ШТО сплаву. За такого оброблення титановий диск практично не зношується, коефіцієнт тертя складає 0,03, а температура в околі зони тертя близько 20 °С.

Високоміцний титановий сплав ВТ22 широко використовується у авіабудуванні для виготовлення деталей шасі, зокрема гідроциліндрів літаків марки Ан. Для забезпечення надійної передачі високого тиску гідравлічної рідини з нерухомих до рухомих агрегатів гідросистеми шасі, робочу поверхню гідроциліндра захищають від зносу. Наприклад, в літаку Ан-28 для захисту робочу поверхню гідроциліндра покривають гальванічним хромом [1, 2]. Однак така обробка досить складна у відтворюваності, оскільки нанесені покриття через малу адгезію з основою матеріалу відшаровуються під час експлуатації. Також через нещільність та пористість хромового покриття під час експлуатації можливе підтікання гідрорідини крізь бронзове ущільнення штоку без явних слідів зносу на робочих поверхнях. І, напевно, найголовніша проблема нанесення таких покриттів – шкідливість та складність утилізації відходів виробництва. У зв'язку з цим, необхідно замінити гальванічні покриття на титанових сплавах альтернативними, які б мали хороші антифрикційні властивості та не погіршували інші його характеристики. Для цих цілей доцільно було б оцінити перспективу деформаційно-дифузійної обробки, яка включає холодну поверхневу пластичну деформацію (ХППД) та термодифузійне насичення поверхні азотом (ТДА). Така комбінація методів пов'язана з тим, що попереднє здрібнення структури приповерхневого шару методами ХППД, призводячи до збільшення площі границь зерен, нагромадження лінійних, точкових дефектів та залишкових напружень у приповерхневому шарі, сприятиме збільшенню швидкості дифузії азоту під час термодифузійного насичення [3–5].

Мета роботи – оцінити вплив деформаційно-дифузійної обробки на триботехнічні характеристики титанового сплаву ВТ22.

Для обробки титанового сплаву ВТ22 застосовували метод обкочування алмазною кулькою. Режим обробки: навантаження 200 та 600 Н у 7 проходів.

Для збереження об'ємного зміцнення, яке задає термічна обробка, і формування поверхневого зміцнення термодифузійним насиченням поверхневих шарів азотом, попередньо обкочений сплав ВТ22 обробляли за режимом, суміщаючи термічну і хіміко-термічну обробки в одному технологічному циклі.

Штатна термічна обробка (ШТО) сплаву ВТ22 передбачає нагрівання за трьохступінчастим режимом: нагрівання до температури 820...850 °С, витримка 1...3 год (I ступінь), охолодження з піччю до – 740...760 °С, 1...3 год, охолодження на повітрі (II ступінь) з подальшим охолодження до – 500...650 °С, 2...4 год, охолодження з піччю (III ступінь). Азот подавали у реакційну камеру на II та на усіх ступенях штатної термічної обробки (ШТО). Азотували на установці, яка дозволяє відтворювати технологічний регламент термічної обробки сплаву та забезпечувати температурно-часовий та газодинамічний режими азотування в одному технологічному циклі [7].

Трибологічні випробовування реалізовували на машині тертя СМЦ-2, за схемою диск-колодка. Дослідження проводили за навантаження 0,6 МПа на базі 1000 м, масло – гідрорідина АМГ-10. В якості контртіла використовували колодки з деформівної бронзи БрАЖН 10-4-4. Диски з титанового сплаву зміцнювали за режимами, поданими в табл. 1.

Таблиця 1

Режими зміцнювальної обробки титанового сплаву ВТ22

№	Умове позначення	Режим зміцнювальної обробки
1	R1	обкочування за навантаження 200 Н
2	R2	обкочування за навантаження 600 Н
3	R3	азотування на II ступені ШТО
4	R4	азотування на усіх ступенях ШТО
5	R5	обкочування R1 + азотування R4
6	R6	обкочування R1 + азотування R5
7	R7	обкочування R2 + азотування R4
8	R8	обкочування R2 + азотування R5

Мікроструктури поверхонь тертя деформаційно зміцнених титанових зразків (R1, R2) характерні адгезійному механізму зношування, що підтверджує мікрорентгеноспектральний аналіз третьових поверхонь: на поверхні титанових зразків фіксували матеріал контртіла (мідь). Обкочування за навантаження 200 Н забезпечує на етапі стабільного зношування вищі триботехнічні характеристики титанового сплаву ВТ22, ніж за навантаження 600 Н (табл. 2). Таке погіршення характеристик пояснюється тим, що за більшого навантаження під час обкочування формується поверхневий мікрорельєф, в якому за рахунок заокруглення радіусів мікровиступів після ХПІД збільшується площа фактичного контактування, яка збільшує площу адгезійного схоплення титанового сплаву з бронзою. З іншого боку, за рахунок низької теплопровідності сплаву ВТ22, температура в зоні контакту таких мікровиступів збільшується, що також пришвидшує дифузійні процеси мікрозварювання третьових поверхонь. Ці два фактори сприяють інтенсивним схоплюванню та мікрозварюванню робочих поверхонь під час тертя. Очевидно, для забезпечення високої зносотривкості пари тертя ВТ22 – БрАЖН 10-4-4, доцільно обкочувати за нижчого ступеня пластичної деформації.

Азотування за режимами R3, R4 підвищує зносотривкість титанового сплаву ВТ22 порівняно з обкочування: зразки на досліджуваній базі практично

не зношуються. При цьому знос контртіла відчутний і більше, ніж на два порядки перевищує знос азотованих дисків. В обох досліджуваних трибопарах під час тертя переважає абразивний механізм зношування з формуванням характерного для нього борознистого мікрорельєфу поверхонь тертя. При цьому поверхня контртіла в парі з диском, азотованим за режимом R2, має меншу кількість борозен, ніж та, котра працювала з диском, азотованим за режимом R3, де борозен більше і самі вони глибші. Це обумовлено тим, що під час азотування на поверхні титанових сплавів формується характерний рельєф, де плямами фактичного контактування під час тертя виступають найвищі та найтвердіші (нітридні фази) мікровиступи профілю поверхні. Під час тертя ці мікровиступи подібно до абразиву проорюють м'якшу поверхню контртіла, залишаючи борозни. Насичення азотом на II ступені ШТО сплаву VT22 забезпечує вищі триботехнічні характеристики порівняно з насиченням азотом на усіх ступенях ШТО, забезпечуючи на етапі стабільного зношування нижчі коефіцієнти тертя та температуру в зоні контактування (табл. 2).

Таблиця 2

Триботехнічні характеристики пари тертя сплав VT22–БрАЖН 10-4-4 залежно від режиму обробки сплаву VT22 (див. табл. 1)

Режим обробки	Втрата маси Δm , г		Коефіцієнт тертя f	Температура T , °C	Механізм зношування
	VT22	БрАЖН 10-4-4			
R1	0,186	0,391	0,12	42,7	адгезійний
R2	0,222	0,484	0,24	43,6	адгезійний
R3	0,003	0,019	0,14	29,4	абразивний
R4	0,004	0,026	0,21	34,8	абразивний
R5	0,001	0,007	0,03	20,4	абразивний
R6	0,002	0,009	0,04	23,1	абразивний
R7	0,003	0,014	0,09	24,4	абразивний
R8	0,004	0,020	0,11	26,2	абразивний

Триботехнічні випробування показали, що зміцнений деформаційно-дифузійною обробкою титановий сплав VT22 у всьому діапазоні досліджень практично не зношується, що є свідченням хороших антифрикційних властивостей його поверхні. У всіх досліджуваних трибопарах за фрикційної взаємодії переважає абразивний механізм зношування. Показано, що збільшення навантаження під час обкочування та температурно-часових параметрів азотування негативно впливає на триботехнічні характеристики даного трибоспряження. Це пояснюється тим, що збільшення навантаження під час ХПШД та часу ТДА інтенсифікує процеси азотування та підвищує кількість твердої нітридної фази на оброблюваній поверхні, яка під час контактування з матеріалом контртіла подібно до абразивного матеріалу зношуватиме останній. Інтенсивність зношування бронзи, яка працювала в парі з диском, обкоченим за навантаження 600 Н, в 3 рази більша, ніж тієї, яка працювала в парі з диском, обкоченим за навантаження 200 Н (табл. 2). Отже, кращими триботехнічними

характеристиками володіє пара тертя сплав ВТ22 – БраЖН 10-4-4, де сплав деформаційно-дифузійно зміцнювали за наступним режимом: обкочування за навантаження 200 Н в 7 проходів з наступним азотуванням на другому ступені ШТО. Коефіцієнт тертя такої трибопари становив 0,03, а температура в околі зони тертя зберігалась на рівні 20 °С.

Висновки. Обкочування за навантаження 200 Н забезпечує вищі триботехнічні характеристики титанового сплаву ВТ22, ніж за навантаження 600 Н. Азотування підвищує зносотривкість титанового сплаву ВТ22 порівняно з обкочування. триботехнічні характеристики трибопари ВТ22 – БраЖН 10-4-4 після насичення азотом на II ступені ШТО вищі, ніж після насичення азотом на усіх ступенях ШТО. Обкочування за навантаження 200 Н у 7 проходів з наступним азотуванням на другому ступені ШТО забезпечує коефіцієнт тертя 0,03 за температури в околі зони тертя близько 20 °С.

За фрикційної взаємодії з бронзою обкочених поверхонь титанового сплаву ВТ22 переважає абразивний механізм зношування, тоді як деформаційно-дифузійно зміцнених поверхонь - абразивний механізм зношування.

Список літератури

1. Конструкционные материалы в самолетостроении / А.Г. Моляр, А.А. Коцюба, А.С. Бычков, О.Ю. Нечипоренко. – К.: КВИЦ, 2015. – 400 с.
2. Механіка руйнування і міцності матеріалів: Довідн. пос. / Під заг. ред. В. В. Панасюка. Т. 9: Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О.П. Осташ, В.М. Федірко, В.М. Учанін, С.А. Бичков, О.Г. Моляр, О.І. Семенець, В.С. Кравець, В.Я. Дереча. – Львів: Сполом, 2007. – 1068 с.
3. Проблемні питання використання титанових сплавів у вузлах тертя авіаційної техніки / О.І. Духота, М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб.–К.: НАУ, 2008.–Вип.49. – с. 14–26.
4. Титановые сплавы для авиационной промышленности Украины / С.Л. Антонюк, А.Г. Моляр, А.Н. Калинюк, В.Н. Замков // Современная электрометаллургия. – 2003. – № 1. – С. 10–14.
5. Холодне пластичне деформування як засіб інтенсифікації безводневого азотування деталей засобів транспорту / Е.К. Посвятенко, В.В. Алексеев // Вісник Національного транспортного університету. – 2011. – № 23. - С. 44–47.
6. Вплив навантаження під час обкочування на структуру та зносотривкість титанового стопу ВТ22 / І.М. Погрелюк, С.М. Лаврись // Металлофиз. новейшие технол. – 2016. – 38 №6. – С. 783–793.
7. Wear resistance of VT22 titanium alloy after nitriding combined with heat treatment / I.M Pohrelyuk , M.V. Kindrachuk and S.M. Lavrys // Mater. Sci. – 2016. – 52 №1. – P. 56–61.

*В.А. Максимюк, д.ф.-м.н., Є.А. Сторожук, д.ф.-м.н.,
І.С. Чернишенко, член-кор. НАН України, д.т.н.
(Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Україна)*

Нелінійно-пружні композити в ракетобудуванні

Дано аналіз способів виготовлення композитних матеріалів для елементів ракетної техніки, викладено результати експериментальних й теоретичних досліджень нелінійних властивостей анізотропних композитних матеріалів, вказано на можливі проблеми обчислювального характеру при моделюванні деформування конструкцій сітковими методами.

Для зменшення ваги та збільшення міцності й жорсткості елементів ракетно-космічної техніки широко використовуються композитні матеріали (КМ) на основі вугле-, органо-, базальто- і скловолокон, зокрема і полімерні композиційні матеріали (ПКМ) [1]. Органопластики й склопластики мають високу питому міцність, а вуглепластики й боропластики – високу питому жорсткість. Деякі ПКМ, наприклад, на основі епоксидної смоли, при підвищених рівнях навантажень проявляють нелінійно-пружні властивості. Хоча ця нелінійність і не настільки значна порівняно із пластичністю металів, проте, її врахування може суттєво змінити розрахунки напружено-деформованого стану (НДС). Нелінійність ПКМ обумовлена властивостями компонентів і способами виготовлення.

В останні десятиліття широко застосовуються багатовимірні армовані ПКМ [2]. Схеми армування класифікують залежно від розташування волокон за геометричним принципом: 2D армування, коли волокна орієнтовані у двох напрямках; 3D, 4D і т.д., коли волокна орієнтовані в трьох й більше напрямках. 2D армовані КМ виготовляють, в основному, методом ткацтва, а просторово армовані (3D, 4D) – теж методом ткацтва (weaving) або нетканими методами плетіння (braiding), в'язання (knitting), зшивання (stitching). Такі високопродуктивні методи дозволяють із застосуванням трьох і більше ниток одержувати багатовимірні тонкостінні структури. Просторові зв'язки між нитками утворюються за рахунок їх переплетення.

Активно розвивається технологія так званих препрегів (pre-impregnated – попередньо просочений), тобто напівфабрикатів 2D-КМ [2, 3]. Спочатку їх використовували в галузях, де не потрібна висока точність (автомобіле-, суднобудування), але з удосконаленням верстатів і власне матеріалів вони застосовуються й в авіабудуванні [3]. Проте область їх застосування обмежується низькою міжшаровою зсувною жорсткістю [2]. Із цього погляду перспективнішими вбачаються просторово армовані ПКМ.

Так, метод плетіння дозволяє виготовляти оболонки різної геометрії з високим ступенем прилягання ниток (рис.1). Метод зшивання запобігає міжшаровому розшаруванню КМ. Його застосовують у місцях концентрації напружень, у тому числі біля отворів. Даний метод був застосований у центральній частині фюзеляжу багатоцільового винищувача «Тайфун» фірми

Eurofighter і при виготовленні перегородок у хвостовій частині літака Airbus A380 [2]. Перспективною є методика виробництва КМ, що поєднає переваги ткацького й трикотажного методів, тобто в'язально-прошивальна. Одержуваний КМ називають по-різному: мультиаксіальний основ'язаний трикотаж, багатонаправлено прошита тканина, яка, власне, тканиною не є. В англomовній літературі вживається абревіатура NCF (Non-Crimp Fabric) [2, 3].

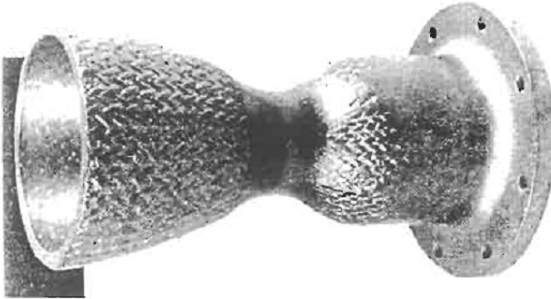


Рис 1. Сопло ракети, виготовлене 3D плетінням [2]

Технологія КМ трикотажної структури використовується в вітчизняному ракетобудуванні. На рис. 2 показана соплова насадка радіаційного охолодження, яка є тонкостінною оболонкою змінної товщини [4].

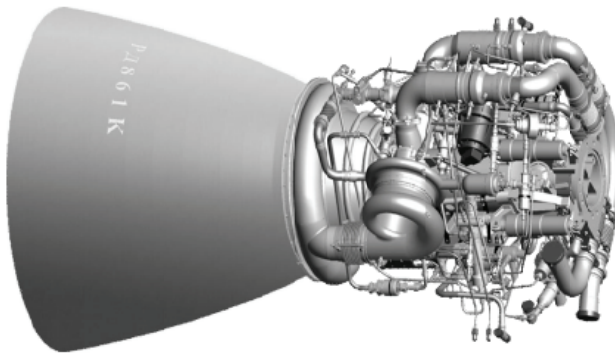


Рис.2. Соплова насадка із КМ трикотажної структури [4]

Таке різноманіття компонентів і методів виготовлення КМ наводить на думку, що, очевидно, буде проблематично створити універсальну теорію КМ на основі структурного підходу. Простішим вбачається використовувати феноменологічний підхід.

Донедавна дослідники рідко враховували нелінійні властивості анізотропних КМ. Очевидно, це було викликано крихкими властивостями перших КМ з одного боку, а з іншого – складністю побудови теорії нелінійного деформування КМ, яка на підставі простих базових експериментів дозволяла б прогнозувати поведінку конструкції за складного навантаження. Останні дослідження [5] показують наявність нелінійних властивостей у багатьох сучасних ПКМ, врахування яких стає актуальним. Однією з перших, очевидно, була праця [6], де теоретичні й експериментальні проблеми нелінійного деформування КМ були вирішені в комплексі. Там же була запропонована методика визначення з експерименту функції й констант, що входять в теорію.

Наведемо результати експериментальних досліджень нелінійних властивостей двох ортотропних органопластиків [7], які виконані в Інституті механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України. Це шаруваті двовимірнопластові волокнами КМ. Один з них мав чотири волокнисті шари, орієнтовані під кутами $\varphi = \pm 27^\circ$ до вісі OX (для визначеності), і чотири шари під кутами $\varphi = 90^\circ$ (варіант *a*, 8 шарів, джгут СВМ, смола ЕДТ-10). Другий (варіант *б*, 4 шари, джгут ЖСВМ, смола ЕДТ-10) мав два шари під кутами $\varphi = \pm 22^\circ$ і два шари під кутами $\varphi = 90^\circ$.

Експерименти на одноосовий та двохосовий розтяг були виконані на тонкостінних циліндричних зразках, які виготовлені спіральним намотуванням просоченого епоксидною смолою волокна на оправці циліндричної форми (діаметр – 400 мм, довжина – 600 мм) з коефіцієнтом об'ємного армування – 0,67. Діаграми деформування, побудовані на основі експериментальних даних, показані на рис. 3.

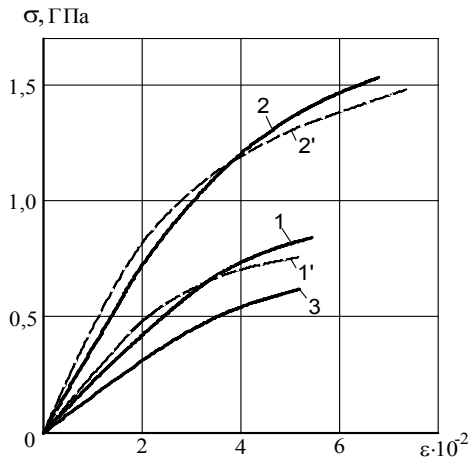


Рис. 3. Діаграми деформування органопластиків [7]

Тут суцільні лінії 1–3 відповідають одновісному розтягу зразків чотиришарового органопластика під кутами $\varphi = 0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$ до вісі OX (вісь симетрії циліндра). Пунктирні лінії 1'–2' відповідають восьмишаровому органопластику.

Результати експериментального дослідження деформування однонаправлених вуглепластиків, виготовлених на основі вуглецевих волокон T700 і епоксидної матриці також свідчать про нелінійну залежність між напруженнями й деформаціями ПКМ, що застосовуються у вітчизняному ракетобудуванні [8]. Причому діаграми деформування вуглепластику за кімнатної й підвищеної (260° C) температури в напрямку волокон досить добре описується лінійною залежністю, але при зсуві спостерігається істотна нелінійна залежність між напруженням й деформацією навіть за кімнатної температури.

Відзначимо, що для більшості розглянутих КМ є характерним порівняно невелике відношення модулів пружності до модулів поперечного зсуву, що вимагає уважного підходу до вибору розрахункових схем елементів конструкцій із шаруватих ПКМ через можливе притаманне деяким чисельним методам так зване явище зсувного “замикання” [9].

Щодо механіки елементів конструкцій доцільно, на наш погляд, використовувати феноменологічний підхід, який дозволяє досить просто моделювати деформування конструкцій у цілому з достатньою достовірністю. Тим більше, що нелінійність КМ може бути обумовлена не тільки нелінійністю компонентів, але й, наприклад, зміною під навантаженням кута між армувальними компонентами КМ. У цьому випадку говорять про структурну нелінійність [5], яка не є перешкодою у феноменологічному підході на відміну від структурного.

У працях [7, 9] співробітників Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України феноменологічна теорія пластичності анізотропних середовищ [6] знайшла подальший розвиток стосовно до плоского напруженого стану й методики визначення параметрів і функції, що входять в теорію. Для розрахунків НДС елементів конструкцій використовуються чисельні методи: метод скінченних різниць, варіаційно-різницевий метод (ВРМ) і метод скінченних елементів (МСЕ). Застосовуються як гіпотези прямої нормалі, так і зсувні моделі.

Приймаючи до уваги відомі [9] труднощі реалізації геометричних гіпотез прямої нормалі у ВРМ і МСЕ, була запропонована їх реалізація методом множників Лагранжа. Ідея полягає в накладанні за допомогою множників Лагранжа обмежень, що випливають з геометричної частини гіпотез Кірхгофа – Лява, на теорію оболонок з гіпотезами Тимошенка. Отриманий в такий спосіб функціонал для тонких оболонок не містить похідних вище першого порядку, а множники Лагранжа є такими ж варійованими функціями як і основні незалежні функції задачі (переміщення, кути повороту). На основі розробленої методики чисельно розв'язано широкі класи лінійних та нелінійних задач для тонких оболонок складної форми.

З огляду на згадане явище “замикання”, ВРМ і МСЕ були модифіковані для покращення збіжності у випадках як мембранного, так і зсувного “замикання”. Для цього застосовувались змішані функціонали, так звані точки надз-

біжності, векторні співвідношення для деформацій. Було створено так званий векторний варіаційно-різницький метод, який базується на поданні компонент деформації у векторній формі та їх обчисленні за допомогою скінченно-різницьких похідних від векторів переміщень і кутів повороту.

Висновки

Технологія виробництва КМ вдосконалюється. Область їхнього застосування розширюється. ПКМ притаманна нелінійна залежність між напруженнями й деформаціями, яка може більше проявлятися за невісесиметричного деформування. Теоретичне моделювання нелінійно-пружного НДС елементів конструкцій ракетної техніки дозволяє зменшити кількість натурних випробувань. Жорсткісні параметри сучасних КМ такі, що можуть приводити до небажаних обчислювальних ефектів “замикання”, а це вимагає відповідного вдосконалення чисельних методів.

Список літератури

1. Потапов А.М. Композиты: перспективы использования в ракетно-космической технике // Космична наука і технологія. – 2015. – 21, № 5. – С. 69 – 74.
2. Tong L., Mouritz A.P., Bannister M.K. 3D Fibre Reinforced Polymer Composites. – Oxford: Elsevier Science Ltd, 2002. – 247 p.
3. Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe. Vol. 1 / by U. S. Department of Transportation (Author), Federal Aviation Administration (Author). – Newcastle, WA: Aviation Supplies & Academics, 2012. – 588 p. – (FAA-H-8083-31, FAA Handbooks series).
4. Дегтярев А.В. Коваленко В.А., Потапов А.М. Применение композиционных материалов при создании перспективных образцов ракетной техники // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – №2. – С. 34 – 38.
5. Vasiliev V.V., Morozov E.V. Advanced mechanics of composite materials and structural elements. – 3rd edition. – Oxford: Elsevier, 2013. – 832 p.
6. Ломакин В.А., Юмашева М.А. О зависимостях между напряжениями и деформациями при нелинейном деформировании ортотропных стеклопластиков // Механика полимеров. – 1965. – № 4. – С.28–34.
7. Концентрация напряжений / Гузь А.Н., Космодамианский А.С., Шевченко В.П. и др. – К.: “А.С.К.”, 1998. – 387с. – (Механика композитов: В 12-ти т.; Т. 7).
8. Данильчук Е.Л., Кучер Н.К., Кушнарєв А.П., Потапов А.М., Рудницький Н.П., Самусенко А.А., Филатов В.Э. Деформирование и прочность однонаправленных углепластиков при повышенных температурах // Проблемы прочности. – 2015. – N4. – С. 75 – 81.
9. Максимюк В.А., Сторожук Е.А., Чернышенко И.С. Вариационно-разностные методы в линейных и нелинейных задачах деформирования оболочек из металлических и композитных материалов (обзор) // Прикл. механика. – 2012. – 48, №6. – С. 3 – 80.

Підвищення зносостійкості поверхневого шару неповних сферичних поверхонь

Розглянуто питання підвищення зносостійкості сферичних трибосистем. Проведено дослідження енергосилових параметрів процесу зміцнення поверхневого шару у програмному комплексі Abaqus. Удосконалено технологію зміцнення поверхневого шару неповних сферичних поверхонь поверхнево-пластичного деформуванням.

В сучасній техніці існує велика група деталей з конструктивними елементами у вигляді неповної сферичної поверхні. Як правило, деталі цієї групи вважаються відповідальними елементами складних систем і в переважній більшості випадків виходять з ладу через зношування сферичних поверхонь, що супроводжується характерними параметричними відмовами вузла або системи в цілому.

Експлуатаційні показники деталей трибоспрямижень, а саме їх зносостійкість визначаються параметрами якості та мікротвердості поверхневого шару, шорсткістю, відхиленням форми, фізико-механічними властивостями матеріалу, які формуються у процесі виготовлення деталі. Як відомо, зміцнення є одним із основних методів підвищення зносостійкості робочих поверхонь деталей машин і в ряді випадків буває ефективніше конструктивних удосконалень [1].

На практиці застосовуються різноманітні види зміцнювальної обробки, зокрема: термозміцнююча обробка (ТО поверхнева і об'ємна); хіміко-термічна обробка; нанесення зміцнюючих покриттів; термомеханічна і електромеханічна обробка, поверхнево-пластичним деформуванням (ППД).

Особливе місце серед методів підвищення зносостійкості деталей машин займає зміцнювальна обробка ППД, яка дає можливість отримати зміцнений поверхневий шар необхідної твердості із залишковими стискаючими напруженнями, дрібнодисперсною структурою, згладженою формою мікронерівностей при відносно не великих матеріальних витратах [2].

Тому удосконалення технології зміцнення поверхневого шару, розроблення високопродуктивного технологічного оснащення і нової методики розрахунків параметрів процесу ППД є актуальним завданням.

Метою роботи є удосконалення технології зміцнення деталей з неповними сферичними поверхнями за допомогою методів ППД і розробка інструментального та технологічного спорядження для її реалізації.

Авторами проведено комплекс досліджень. Застосування методу скінчених елементів (МСЕ) і комп'ютерних програм на основі МСЕ дозволяє за порівняно невеликий час провести повний аналіз і розрахунки енергосилових параметрів, створити якісну картину явищ, що відбуваються в осередку деформації без проведення багаточисельних і дорогих експериментів.

Розроблена методика комп'ютерного моделювання процесу обробки неповних сферичних поверхонь ППД з використанням програмного комплексу Abaqus, яка дає можливість відстежувати процес зміцнення у потрібний момент часу.

Проведені дослідження впливу енергії удару на поверхневу твердість і глибину зміцненого шару. Встановлено оптимальний діапазон енергії одиничного удару та величини статичного навантаження для ефективного зміцнення поверхневого шару методом ППД.

Аналіз результатів скінчено-елементного моделювання виявив додаткові конструктивно-технологічні параметри, які дозволяють впливати на зміцнювану поверхню керованими ударними імпульсами і можуть формувати в широкому діапазоні необхідну глибину і ступінь зміцнення [3].

На рис.1 приведено фрагмент контурного графіку розподілу напружень для одного із кроків експерименту.

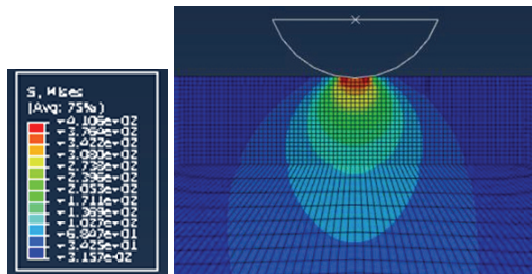


Рисунок 1 - Контурний графік розподілу напружень

Для зміцнення поверхневого шару сферичних поверхонь, запропоновано технологічне спорядження, яке забезпечує розширення технологічних можливостей ППД, підвищення продуктивності і точності обробки неповної сферичної поверхні.

Задача вирішується шляхом встановлення у корпусі планетарної головки генератора механічних імпульсів, який має кінематичний зв'язок між ротором головки, розміщеними на ньому деформуючими елементами і ударними механізмами, закріпленими на корпусі пристрою, причому бойки ударних механізмів і деформуючі елементи виконані з можливістю переміщення у напрямку перпендикулярному до осі обертання ротора.

Робота запропонованого пристрою ґрунтується на властивості сферичної поверхні, яка полягає у тому, що будь-який її перетин площиною, включаючи площини, зміщені щодо центру сфери, дає окружність. Це дозволяє представити процес формоутворення неповної сфери як рух твірної лінії окружності.

ті, описаною деформуючими елементами, площина яких зміщена щодо центру сфери, по напрямній лінії - окружності, отриманої за рахунок обертання оброблюваної заготовки. Таким чином, точність формоутворення сфери визначається не профілем інструмента пристрою, а точністю траєкторії цих рухів, тобто кінематикою процесу, що дозволяє управляти глибиною і ступенем зміцнення поверхневого шару, його мікрорельєфом, а також підвищувати якість та продуктивність обробки, завдяки використанню багатоеlementного деформуючого інструмента.

Проведені дослідження з розроблення технології зміцнення поверхневого шару на неповних сферичних поверхнях. Встановлено, що використання розробленого спорядження дозволяє сформувати гетерогенно-зміцнений поверхневий шар на сферичній поверхні з одночасним нанесенням геометрично визначеного мастило-утримуючого мікрорельєфу.

Вирішена задача технологічного забезпечення якості сферичних поверхонь при зміцнювальній обробці. Отримано залежності для визначення параметрів режимів обробки з врахуванням коефіцієнта перекриття пластичних відбитків, їх діаметрів та кроку, що дозволяє керувати процесом формування та рівномірністю зміцнення поверхневого шару деталей з неповними сферичними поверхнями.

Висновки

На основі проведених досліджень удосконалена технологія формування поверхневого шару із заданими експлуатаційними характеристиками з використанням методу ППД. Розроблено технологічне спорядження для зміцнення неповних сферичних поверхонь, яке відрізняється компактністю, високим коефіцієнтом корисної дії, малими енерговитратами, що дозволяє формувати гетерогенно-зміцнений поверхневий шар з мастило-утримуючим мікрорельєфом на неповних сферичних поверхнях

Список літератури

1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. М.: Машиностроение, 1987. - 328 с.
2. Матлин М. М. Закономерности упругопластического контакта в задачах поверхностного пластического упрочнения: монография / М.М. Матлин, С.Л. Лебский, А.И. Мозгунова. – М.: Машиностроение, 2007. – 218 с.
3. Костюк С.А., Косіюк М.М. Комп'ютерне моделювання зміцнення поверхневого шару металевих деталей пластичним деформуванням. // Збірник наукових праць за матеріалами дев'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій (АПКТ-2015)». Хмельницький, ХНУ, 2015 - С.128-132.

А.І. Новиков, к.т.н., Г.В. Цибанёв, д.т.н.
(Институт проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАН Украины, Украина)

Влияние статистических характеристик случайного процесса при суммировании повреждений по деформационному подходу

Предложен метод оценки усталостной долговечности при случайном нагружении с использованием ранее предложенной модели предельного исчерпания циклической пластичности. Для этого используется реальный режим случайного изменения нагрузки без применения схематизации по известным методам. Рассмотрен вариант учета повреждений, вызываемых случайными нагрузками низкого уровня, относящихся к области гигацикловой усталости.

Введение. Детали машин и элементы конструкций подвергаются в эксплуатации переменным во времени нагрузкам, которые изменяются стохастически и могут быть описаны одной из известных функций накопления вероятности амплитуд нагружения. Практика эксплуатации изделий различного назначения позволяет установить вид и параметры такой функции для конкретного изделия. При оценке усталостной долговечности элементов, работающих в таких условиях нагружения, рассчитывают его напряженно-деформированное состояние, используют гипотезы суммирования усталостных повреждений и кривые усталости материала. Выбор гипотезы суммирования усталостных повреждений в последовательности оценки усталостной долговечности элементов является одним из наиболее неопределенных.

С целью обоснования возможности применения нового подхода к оценке долговечности при случайном нагружении, далее рассмотрен метод, в котором не требуется принятия гипотезы суммирования усталостных повреждений и используется ранее предложенная модель предельного исчерпания локальной циклической пластичности материала, приводящей к зарождению усталостной трещины [1]. Ввиду сказанного, учет неопределенности при случайном нагружении долговечности связывается авторами с процессами упрочнения–разупрочнения материала в критических зонах элементов конструкций [1]. В качестве базовой концепции принято, что неупругая деформация является одной из основных характеристик процесса многоцикловой усталости [2] и по ее изменению можно судить о мере деградации материала в процессе циклического нагружения и выполнять количественную оценку усталостного ресурса элементов конструкций до зарождения трещины.

Моделирование случайного циклического процесса. Для моделирования случайного процесса используем нормальный закон распределения при условии, что случайное значение амплитуды нагружения не выходит за рамки диапазона, определенного областью действия модели. Для этого при описании изменения амплитуды напряжения в цикле за некоторый отрезок нагружения используется нормальный закон распределения, модернизированный с помощью функции Хэвисайда:

$$f(\sigma_a, M_\sigma, D_\sigma) = \frac{C}{\sqrt{2\pi \cdot D_\sigma}} \cdot e^{-\frac{(\sigma_a - M_\sigma)^2}{2 \cdot D_\sigma}} \cdot H_1(\sigma_a - \sigma_{a,d}) \cdot H_1(\sigma_{a,u} - \sigma_a), \quad (1)$$

отражающий условия того, что значение амплитуды напряжения находится в пределах заданной области:

$$\sigma_{a,d} \leq \sigma_a \leq \sigma_{a,u} \text{ или } P(\sigma_a \leq \sigma_{a,d} \cup \sigma_{a,u} \leq \sigma_a) = 0, \quad (2)$$

где $f(\sigma)$ – плотность вероятности нормального закона распределения; M_σ и D_σ – математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины σ ; $P(\sigma_1 \leq \sigma \leq \sigma_2)$ – вероятность того, что независимая величина σ находится в границах от σ_1 до σ_2 ; C – коэффициент интервала вероятностного распределения, зависящий от выбранного диапазона (определяется из условия $P(\sigma_{a,d} \leq \sigma_a \leq \sigma_{a,u})=1$); $\sigma_{a,u}$, $\sigma_{a,d}$ – верхнее и нижнее значения амплитуды напряжения, соответственно; $H_r(\sigma)$ – единичная функция Хэвисайда, где r параметр, характеризующий значение функции в точке разрыва первого рода.

Используя полученные с помощью уравнений (1)–(3) плотности вероятностей, продемонстрировано моделирование случайного процесса изменения значений амплитуды напряжения (рис. 1а) и восстановленных по модели сигналов синусоидального многоциклового нагружения (рис. 1б).

Определение долговечности материала при случайном нагружении. Перед нахождением долговечности при случайном нагружении определим возможные варианты комбинаций областей изменения случайной нагрузки (область нагружения) и областей, в которых по модели может быть учтено накопление усталостных повреждений материала (область повреждения).

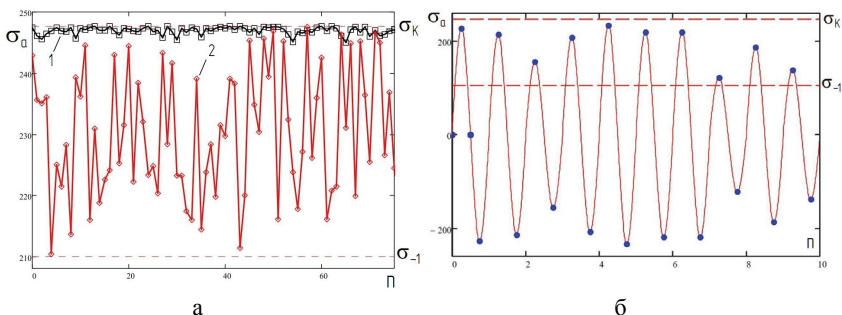


Рис. 1 – Моделирование случайного процесса изменения амплитуды напряжений (а) и случайного синусоидального многоциклового нагружения (б), в зависимости от количества циклов нагружения, для стали 45 при $M_\sigma = 250 \text{ МПа}$ с параметрами $\sigma_{a,u} = \sigma_K$, $\sigma_{a,d} = \sigma_{-1}$ для а и $\sigma_{a,u} = \sigma_K$, $\sigma_{a,d} = \sigma_{nd}$ для б. Кривые 1 и 2 на рис. 1а и кривая на рис. 1б получены при D_σ равной соответственно 1, 25 и 50. Области определения отмечены горизонтальными линиями.

Значение напряжений в промоделированном случайном процессе может меняться от 0 до σ_K . При значениях случайной амплитуды напряжения ниже σ_{nd} (σ_{nd} – предел гигацикловой усталости) усталостные повреждения

накапливаться не будут. Областью действия модели (областью повреждения) при многоцикловой усталости есть диапазон напряжений от σ_{-1} до σ_K , а в гига-цикловой – от σ_{nd} до σ_{-1} . Изменяя область повреждения посредством изменения нижней границы определения модели $\sigma_{a,nd}$ (может принимать значения σ_{nd} или σ_{-1}) и варьируя нижнюю границу области нагружения $\sigma_{a,d}$ (может принимать значения 0, σ_{nd} или σ_{-1}) возможны следующие варианты комбинации областей нагружения и повреждения, которые приводят к различным кинетикам накопления усталостных повреждений (табл. 1).

Таблица 1

Возможные варианты напряжений $\sigma_{a,nd}$ и $\sigma_{a,d}$ при моделировании случайного процесса

№ варианта	Границы повреждения, $\sigma_{a,nd}$	Границы нагружения, $\sigma_{a,d}$
I	σ_{-1}	σ_{-1}
II	σ_{-1}	$\sigma_{-1}/2$
III	$\sigma_{-1}/2$	$\sigma_{-1}/2$
IV	$\sigma_{-1}/2$	0

За значения критической $\sigma_{a,cr}$ и верхней $\sigma_{a,d}$ амплитуд напряжения для всех случаев табл.1 примем критическое напряжение по В.С. Ивановой σ_K .

Исходя из данных табл.1 видно, что вариант I учитывает нагружение и повреждение только в многоцикловой области, а вариант IV учитывает нагружение во всем спектре напряжений вплоть до σ_K , а повреждения – в многоцикловой и гигацикловой области.

Используя уравнение модели (15), а также некоторые уравнения, приведенные выше, могут быть построены кривые усталости для случаев, представленных в табл.1. При случайном режиме нагружения кривые усталости построены с учетом условия $\sigma_a = M_\sigma$. Для расчета использованы следующие границы изменения параметров нормального закона распределения случайных величин: $M_\sigma = \sigma_{a,nd} \dots \sigma_K$ с шагом 1 и $D_\sigma = 1 \dots 200$ с шагом 5. Для анализа семейств кривых усталости, полученных по вариантам табл.1 с использованием модели предельного истощения пластичности, введем коэффициент суммирования усталостных повреждений:

$$A(M_\sigma, D_\sigma) = \sum_{i=1}^{N(M_\sigma, D_\sigma)} \frac{1}{N(M_{\sigma,i})}, \quad (4)$$

где $N(M_\sigma, D_\sigma)$ – долговечность при случайном нагружении с параметрами M_σ и D_σ ; $N(M_{\sigma,i})$ – долговечность, определяемая по кривой усталости.

Сравним коэффициенты $A(M_\sigma, D_\sigma)$, полученные по (4), с коэффициентами полученными по линейной гипотезе суммирования повреждений – $A_L(M_\sigma, D_\sigma)$.

Из зависимости (1) коэффициент суммирования усталостных повреждений по линейной гипотезе, найдется как:

$$A_L(M_\sigma, D_\sigma) = \left(\int_{\sigma_{a,nd}}^{\sigma_a} f(\sigma_a, M_\sigma, D_\sigma) d\sigma_a \right)^{-1}. \quad (5)$$

Используя уравнения (4) и (5), представим результаты расчета кривых усталости при случайном нагружении для стали 45 в виде, удобном для сравнения (рис. 2).

Для вариантов I и III линейная гипотеза суммирования повреждений дает результат, равный 1. Это обусловлено тем что области нагружения и повреждения совпадают, что означает что каждый цикл учитывается при суммировании повреждений. Для вариантов I и III коэффициент суммирования определенный по предложенной модели изменяется от 0,8 до 1, что говорит об невозможности применения линейной гипотезы суммирования.

Для вариантов II и IV коэффициенты суммирования, подсчитанные по (4) и (5) изменяются от 0,8 до 2,9 по предложенной модели и от 1 до 3,6 по линейной гипотезе. Как видно, линейная гипотеза суммирования повреждений дает более высокие нижние и верхние значения коэффициента суммирования, по сравнению с модельной. При подсчете по формулам (4) и (5) учитываются циклы, не вносящие повреждения, чем и обусловлено значение коэффициентов суммирования больше 1 (без их учета результат был бы меньше 1). Видно, что предложенная модель суммирования повреждений нелинейно учитывает усталостные повреждения и дает более консервативную оценку по сравнению с линейной гипотезой. Из рис.2, следует что при изменении дисперсии амплитуды напряжения от 0 до 50 коэффициент суммирования изменяется в более широком диапазоне, а при приближении дисперсии к 200, значение коэффициента суммирования A и A_L для каждого случая табл.1 стремится к своему асимптотическому значению. В районе изменения дисперсий амплитуды нагружения от 25 до 50 наблюдается экстремумы коэффициента суммирования.

Как видно из рис.2, при большой дисперсии ($D_\sigma > 100$) значения долговечности при случайном нормальном законе распределения, описываемого уравнением (1) практически не различаются и стремятся к долговечности, определенной при равномерном законе распределения.

Исходя из анализа данных, приведенных на рис.2, были проанализированы экстремумы коэффициентов суммирования A и A_L для характерных точек кривой усталости, по модельной и линейной гипотезам суммирования повреждений (данные представлены в табл.2). Цифры соответствуют нумерации табл.1. Цифры в скобках – значение дисперсии для данного коэффициента суммирования. Над чертой – расчет по модели, под чертой – расчет по линейной гипотезе суммирования повреждений.

Как видно из табл. 2, оценка долговечности по линейной гипотезе суммирования повреждений более либеральна по сравнению с оценкой по модели исчерпания пластичности. Переоценка по линейной модели составляет до 20% в рассчитанных точках. Для исследованной разупрочняющейся при циклическом нагружении стали 40X, результат аналогичный приведенному на рис. 2 и табл. 2.

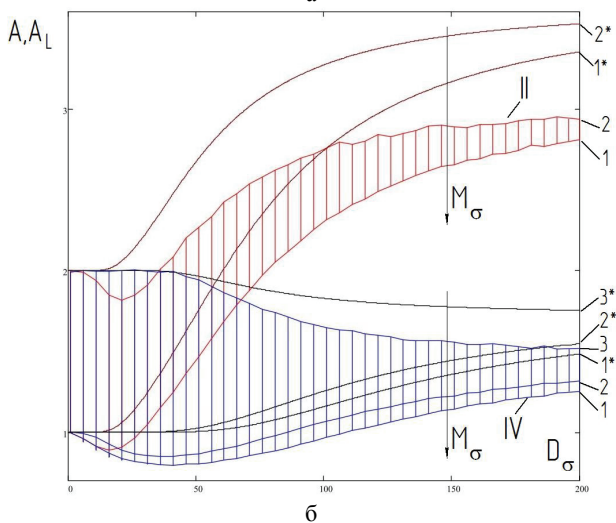
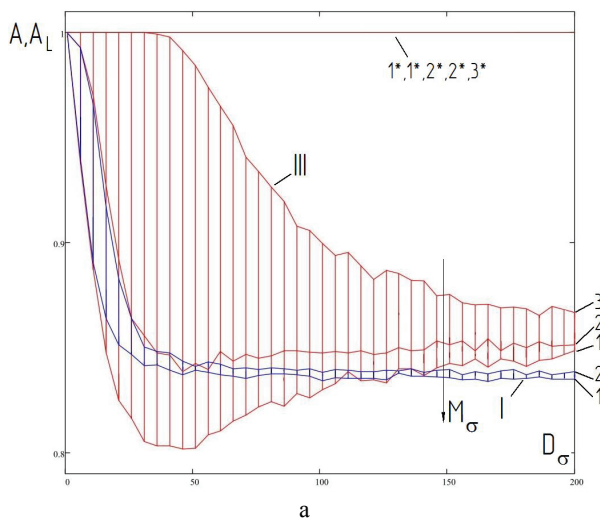


Рис. 2 – Изменение коэффициентов суммирования A и A_L от дисперсии амплитуды напряжения для стали 45: а – случаи I, III, б – случаи II, IV из табл. 1. Нумерация I, II, III, IV областей с вертикальной штриховкой соответствуют диапазонам изменения коэффициента суммирования A для случаев табл. 1; 1, 2, 3 – кривые, построенные для M_σ , равного соответственно σ_K , σ_{-1} , σ_{nd} . Цифры со звездочкой соответствуют расчетным данным, посчитанным по линейной гипотезе суммирования повреждений. Стрелкой указано увеличение математического ожидания M_σ (амплитуды нагрузки).

Таблица 1

Сравнение значений экстремумов коэффициента суммирования A и A_L для характерных точек кривой усталости по модельной и линейной гипотезы суммирования повреждений

σ	σ_{-1}				σ_K			
$A(D_\sigma)$	I	II	III	IV	I	II	III	IV
$A(0)$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$
$A(200)$	$\frac{0,84}{1}$	$\frac{2,95}{3,52}$	$\frac{0,86}{1}$	$\frac{1,32}{1,54}$	$\frac{0,82}{1}$	$\frac{2,79}{3,35}$	$\frac{0,85}{1}$	$\frac{1,26}{1,48}$
$A_E(D_\sigma)$	$\frac{0,86(25)}{1}$	$\frac{1,8(20)}{2(15)}$	$\frac{0,84(40)}{1}$	$\frac{0,85(40)}{1(40)}$	$\frac{0,83(25)}{1}$	$\frac{0,85(20)}{1(15)}$	$\frac{0,79(40)}{1}$	$\frac{0,8(40)}{1(40)}$

Выводы. Модель предельного истощения пластичности использована для расчетного определения долговечности при случайном симметричном синусоидальном нагружении

Модель расширена на гигацикловую область усталости для нахождения долговечности и построения семейств кривых усталости при случайном нагружении по нормальному закону для различных M_σ и D_σ .

Преимуществом и особенностью предложенного метода есть использование спектра реального нагружения без применения известных методов схематизации случайных процессов нагружения. Важным аспектом модели является использование для определения долговечности механических характеристик и кривых усталости гладких образцов.

Для расчетов применен аналитический метод моделирования случайной нагрузки, отвечающей заданным параметрам, и проанализированы 4 наиболее возможные с точки зрения авторов комбинации областей расчетного учета повреждения и реального нагружения при суммировании повреждений.

Оценка долговечности при случайном нагружении по предложенной модели имеет более консервативный характер по сравнению с линейной гипотезой суммирования повреждений, так как учитывает нелинейное суммирование, хотя при ступенчатом режиме нагружения эта оценка может быть как консервативной (при режиме вверх–вниз) так и либеральной (режим вниз–вверх, так называемый эффект тренировки, подтверждаемый экспериментами).

С использованием модели предельного истощения пластичности впервые показано существенное влияние дисперсии нормального случайного процесса нагружения на суммарное накопленное усталостное повреждение и соответственно усталостную долговечность.

Список литературы

1. Цыбанев Г.В., Новиков А.И. Расчетная модель предельного упрочнения материалов при многоциклового усталости и определение ее параметров. Сообщение 1. Описание модели. // Пробл. прочности. – 2010. – №6. – С. 122 – 137.
2. Трошенко В.Т. Методы ускоренного определения критериев / Трошенко В.Т., Хамаза Л.А., Цыбанев Г.В. – К.: Наук. Д., 1979. – 172.

*Кравцов В.І., д.т.н., В.В. Веремійчук, А.Р. Якимчук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Урахування міжвиткового тертя у сталевих канатах

Досліджено просторовий деформування сталевго каната з урахуванням тертя між витками. При цьому використовувалася математична модель, заснована на чисельному рішенні системи нелінійних рівнянь методом продовження по параметру. Метод дозволяє враховувати тертя, як функціонально задане навантаження з довільним вектором напрямку на будь-який виток сталевго каната.

Сталеві канати в агрегатному стані являють собою гнучкі конструкції з ускладненою геометричною структурою. Розв'язок таких задач виявиться можливим тільки сучасними методами чисельного нелінійного аналізу, застосування яких спонукає до вибору модифікації розв'язальних рівнянь, які можуть забезпечити алгоритмічність і ефективність підходів, які використовуються. Актуальність даної проблеми підтверджується реальними ситуаціями сьогодення. Наприклад, відомо про аварії прив'язної системи (троса) при виконанні підймальних робіт при аварії в 1993 р. підводного човна «Комсомолец»; зовсім недавно відбулися дві аварії на російському військовому кораблі "Адмірал Кузнецов" у Сирії через обрив гальмівного троса.

Сталевий канат являє собою гнучкий кручений виріб, що полягає зі сталевих дротів круглого або фасонного перетину. Тертя між контактуючими шарами елементів кручених дротових виробів є важливим чинником, що впливає на точність визначення їх напружено-деформованого стану.

Проблема тертя між дротами в канаті розглядалася багатьма дослідниками, але вона дотепер не має повного закінченого розв'язку з виходом на методики практичного застосування. При розв'язанні реальних задач це змушує застосовувати більш прості й, отже, більш грубі моделі, постачаючи, при цьому, як правило, громіздкі аналітичні викладення, що давно втратили наочність некоректними оцінками погіршеності.

Традиційні методи урахування силових факторів у канаті пов'язані із установленням відповідних коефіцієнтів запасу, які ґрунтуються на досвіді експериментального дослідження наявних зразків і досягають значень від 5 до 12 (!). А сам канат, як правило, розглядається в агрегатному стані як гнучкий стержень. Тому є доцільним створення методу більш точного розрахунку напружено-деформованого стану канату.

Урахування тертя між витками сталевго канату, що є складною просторовою конструкцією навіть у своєму прямолінійному агрегатному стані (виток дроту у канаті - це просторова крива), можливе тільки при розв'язанні задач чисельними методами. Враховуючи, що сталевий канат формується взаємним розташуванням деякої кількості циліндричних спіралей, можна припустити, що напружено-деформований стан усього канату в агрегатному стані залежить від напружено-деформованого стану одного витка канату (ци-

лінійної спіралі з певними фізико-геометричними показниками (кутом підйому, радіусом, жорсткістю тощо) у взаємодії із сусідніми витками, який визначається в основному силами взаємного тертя. Таким чином, знаючі напружено-деформований стан одного витка, або за необхідністю кожного витка канату, можна визначити напружено-деформований стан всього канату.

Враховуючи, що циліндрична спіраль - це просторово вигнутий гнучкий елемент, для її дослідження будемо використовувати відомий метод професора Кравцова В.І., який дозволяє чисельно визначати характеристики напружено-деформованого стану гнучкого елемента з будь-якою геометрією подовжньої вісі при необмеженому пружному деформуванні при дії довільного вектора навантаження в залежності від квазістатичного стану. Для задання геометрії осової лінії гнучкого елемента необхідно знати її функцію й похідні кривизни відносно глобальних осей. У нашому випадку геометрію просторової кривої одного витка канату є циліндрична спіраль.

Якщо осова лінія гнучкого елемента формується навивкою прямої з кутом підйому α на циліндричну поверхню, то рівняння такої кривої можна представити у вигляді

$$x = a \cos\left(\frac{\cos\alpha}{a}s\right), y = a \sin\left(\frac{\cos\alpha}{a}s\right), z = s \sin\alpha. \quad (1)$$

Довжина кривої визначається за формулою

$$S = \frac{2N\pi a}{\cos\alpha} \quad (2)$$

Маючи співвідношення (1)-(2), можна підрахувати параметри кривизни p_0, q_0 криволінійного елемента в недеформованому стані.

Кривизна p_0 у всіх точках кривої дорівнює нулю (тому що навивка здійснюється прямою лінією). Кривизна q_0 визначається з відомого співвідношення

$$q_0 = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{ds^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{ds^2}\right)^2}. \quad (3)$$

Круглість r_0 підраховується по формулі

$$r_0 = \frac{1}{(q_0)^2} \left| \frac{x' y' z'}{x'' y'' z''} \right|, \quad (4)$$

Всі ці отримані рівняння повністю визначають геометрію гнучкого елемента у вигляді циліндричної спіралі в недеформованому стані й дозволяють використати їх у системі рівнянь вісімнадцятого порядку, що дозволяють досліджувати деформування гнучких елементів.

Для формування необхідних навантажень, що виникають при міжвитковому терті необхідно встановити також зони контакту витків спіралі.

Враховуючи, що на елементи канату може діяти довільний вектор навантажень, покажемо можливі способи задавання навантажень. Це може бути розподілене функціонально розподілене навантаження; слідкуючі та неслідкуючі зосередженні навантаження; згинальні моменти; одночасна дія декількох навантажень тощо. Слід зазначити, що чисельний алгоритм дозволяє у квазістатичному деформуванні елемента знімати або додавати навантаження в залежності від технологічних умов.

Необхідно відзначити, що всі характеристики напружено-деформованого стану (геометрія, внутрішні зусилля тощо) можуть відображатися на екрані монітора у реальному часі з затримкою 3-5 хвилин на чисельний розрахунок. На цьому слайді як раз показано вигляд результатів чисельного розрахунку спіралі на екрані монітора у проекціях на площини і у аксонометричній проекції.

В результаті чисельного розрахунку отримано характеристики напружено-деформованого стану у графічному вигляді. Аналіз досліджень показує, що переважне зусилля у витках по довжині спіралі з урахуванням міжвиткового тертя значно нижче, чим при розрахунках спіралі без урахування тертя (ліва частина рисунка). При цьому сили тертя в контактах витків спіралі в режимі сухого тертя (закон Кулона), що спрямовані уздовж бічних поверхонь та що перебувають у контактах сполучених витків, розраховувалися і підставлялися в рівняння по формулі $f_i^T = k f_i$. Тут k - коефіцієнт тертя в контактах витків. Слід зазначити, що коефіцієнти тертя можна визначати двома шляхами. Перший - це електротензометрування, при якому необхідно вимірювати (виділяти) деформативну частину із загального переміщення елемента (дроту) при навантаженні каната. Цей шлях вимагає досить витончених дослідів. Другий - на основі аналізу агрегатних деформацій, жорсткісних характеристик і несучої здатності канатів. При чисельному розрахунку приймався коефіцієнт тертя для матеріалів сталь-сталь $k = 0,15$.

Висновки

Запропонований метод чисельного дослідження просторового деформування сталевго канату з урахуванням міжвиткового тертя може бути ефективним при створенні нових типів канатів. При цьому можливо одержання всіх характеристик напруженого стану як в агрегатному стані канату, так і в його окремих елементах у реальному режимі часу з урахуванням міжвиткового тертя. Експериментальна перевірка методу показала його ефективність і можливість розв'язання великого класу задач у підводні техніці. Застосовуючи запропонований метод можна одержувати в зручному для користувача вигляді необхідні параметри напружено-деформованого стану.

Список літератури

1. Кузьменко А. Г. Развитие методов контактной трибомеханики : [монография] / А. Г. Кузьменко. – Хмельницький : Изд-во ХНУ, 2010. – 270 с.

П.И. Мельничук
(Государственное предприятие «Антонов», г. Киев, Украина)
Е.В. Цегельник, к.т.н., Д.А. Брега, к.т.н.
(Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков, Украина)

Исследование влияния технологии лазерной очистки элементов авиационных конструкций на адгезию лакокрасочных покрытий

Проведена оценка адгезии лакокрасочных материалов к поверхности образцов из алюминиевого сплава Д16Т, предварительно очищенных с помощью традиционной химической технологии, а также перспективной – лазерной, методами параллельных и решетчатых надрезов. Установлено, что адгезия лакокрасочных материалов практически не зависит от метода удаления лакокрасочного покрытия с элементов авиационных конструкций из алюминиевых сплавов.

Задача удаления лакокрасочных покрытий (ЛКП) с элементов конструкций объектов авиационной техники обычно ставится при проведении регламентных (C-check, D-check), восстановительных работ или же при смене фирмы эксплуатанта и ребрендинге.

Традиционно, для снятия ЛКП с авиационной техники применяется химическая технология. Однако, как показывают исследования, проведенные на одной из авиационных баз ВМС США, в процессе химической очистки образуются следующие вредные отходы: трихлорэтан, перхлорэтан, метил этил кетон; метилен хлорид, фреон, метил хлороформ, которые являются экологически небезопасными и нуждаются в дополнительной утилизации [1].

Одним из перспективных методов удаления ЛКП с металлических и композитных поверхностей является – лазерный [2]. Однако для применения данной технологии в авиации необходимо проведение исследований, согласно международного стандарта SAE MA4872 [3, 4], который регламентирует комплекс экспериментов, необходимых для принятия решения о возможности применения той или иной технологии для удаления ЛКП.

Одним из исследований, регламентируемым данным стандартом, является исследование адгезии ЛКП после проведения очистки и повторной покраски. Для сравнения результатов, проводились исследования для традиционной – химической технологии, а также для лазерной.

Согласно рекомендаций стандарта, были подготовлены образцы из алюминиевого сплава Д16Т, толщиной 1 мм. Образцы были окрашены по технологии, которая используется на ГП «Антонов» и искусственно состарены, согласно стандарта [3].

Покрытие на данных образцах выполнялось по следующей технологии:

- выполнение анодирования по ОСТ 5.8299-73;
- наносился 1 слой грунта ЭП-0215.469 по ОСТ 190055-85;
- наносился 1 слой лака АК-113;
- наносился 1 слой полиуретановой грунтовки NS 2602;

– наносилось 2 слоя полиуретановой эмали IMRON 700* (цвет – серый).

В дальнейшем проводилось удаление ЛКП: для химического метода – с помощью смывки «Турко» 5307 NC, а для лазерного – согласно рекомендациям [5]. Впоследствии образцы окрашивались по описанной выше технологии и искусственно состаривались.

Адгезионную прочность ЛКП измеряли методами параллельных и решетчатых надрезов в соответствии с ГОСТ 15140-78 [6], который дает относительную характеристику адгезионного взаимодействия.

Сущность данных методов заключается в нанесении на готовое лакокрасочное покрытие параллельных или решетчатых надрезов и визуальной оценке покрытия. Результаты испытаний приведены на рис. 1.



а)



б)

Рис. 1. Результаты проверки адгезионной прочности ЛКП для химической технологии очистки (а) и для лазерной (б)

Из анализа рис. 1 видно, что исследуемые технологии удаления ЛКП с элементов авиационных конструкций из алюминиевых сплавов, практически не

влияют на адгезионную прочность ЛКП. Величина адгезии на исследуемых образцах оценена максимальным баллом, как для метода параллельных надрезов, так и для решетчатых.

Выводы

Несмотря на хорошие результаты адгезионной прочности ЛКП после лазерной очистки, прежде чем данная технология может быть применена в авиационной промышленности, она должна быть тщательно протестирована в соответствии с международными стандартами. Данные исследования на данный момент проводятся и в дальнейшем будут опубликованы.

Список литературы

1. Laser Paint Stripping [Текст] : Final Report / Laser Technology Inc.; auth. Head J.D. [et al.]. – South Lyon, MI (USA), 1991. – 100 p. – No. WL-TR-91-4026.
2. Планковский, С.І. Вибір джерела лазерного випромінювання для цілей промислового очищення деталей авіаційної техніки [Текст] / С.І. Планковский, Є.В. Цегельник, І.І. Головін, П.І. Мельничук // Наукоємні технології. – 2014. – № 4 (24). – С. 503 – 507.
3. Paint Stripping of Commercial Aircraft – Evaluation of Materials and Process [Текст] : Metric Aerospace Standard SAE MA4872 rev. A. – Superseding SAE MA4872; Stabilized 2012-11-09. – SAE International Group, 2012 – 72 p.
4. Schulz, O.G. Paint Stripping & Activating of Aircraft Composite Structures; Tested and Approved According to SAE MA4872 [Текст] / O.G. Schulz, C.W. Matz // Abstracts Book and CD-ROM Proceedings of SAE Aerospace Manufacturing Technology Conference «2001 Aerospace Congress». – Seattle, WA (USA). – 2001. – 48 p. (Paper No. 2001-01-2627).
5. Планковский, С.І. К вопросу назначения режимов лазерной очистки элементов авиационных конструкций из алюминиевых сплавов от лакокрасочных покрытий [Текст] / С.І. Планковский, Е.В. Цегельник, П.І. Мельничук, І.І. Головін // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов : сб. науч. тр. / Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Харьков, 2015. – Вып. 4 (84). – С. 105 – 111.
6. ГОСТ 15140-78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии [Текст]. – Взамен ГОСТ 15140-69 ; введ. 1979-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 12 с.

*В.С. Кривцов, д.т.н., Е.В. Литвиненко
(Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков, Украина)*

Роль научной школы Л.А. Колесникова по автоматизации прочностных испытаний самолетов в создании и развитии авиации

Проанализирована научная деятельность талантливого ученого и педагога Льва Александровича Колесникова. Определены предпосылки возникновения и развитие научной школы по автоматизации прочностных испытаний самолетов в создании и развитии авиации в Харьковском авиационном институте на рубеже 50-70-х годов XX столетия.

В 50-е годы в отечественной научно-технической среде представления об электронно-вычислительной технике находились в зародышевом состоянии, но Л.А. Колесников уже тогда понимал, что именно ЭВМ должна быть базой революционных преобразований в науке и технике, а применение ЭВМ в решении проблем обеспечения прочности он положил в основу своей научной деятельности.

В 1957 была создана одна из старейших научно-исследовательских лабораторий ХАИ – аэродинамическая. Она состояла из трех отделов, которые базировались на кафедрах аэрогидродинамики, прочности и конструкции ЛА. Уже в 1958 году под руководством Л.А. Колесникова сформировано новое научное направление «Автоматизация прочностных исследований авиационных конструкций на базе электронно-вычислительной машины». Лев Александрович предложил системный подход и заложил теоретические основы автоматизации всех этапов прочностных исследований самолета [1, 2].

Для научно-исследовательской работы в этом направлении был организован отдел №2 «Прочность» [3]. Работы, проводимые отделом, были направлены на обеспечение несущей способности и длительной прочности ЛА за счет повышения качества исследований прочности и внедрения в конструкцию новых высокопрочных композиционных материалов [4].

Лев Александрович известен общественности как один из пионеров автоматизации научных исследований в области прочности летательных аппаратов. Под его руководством в 60-х годах были разработаны промышленные образцы аппаратуры и математическое обеспечение для регистрации и обработки результатов испытаний натуральных конструкций.

На кафедре прочности летательных аппаратов ХАИ, которая в то время была в институте одним из лидеров применения ЭВМ в научных исследованиях и учебном процессе была разработана автоматизированная система прочностных испытаний самолетов «Харьков» (испытания самолетов серии Ту и Ан) [5, 6].

По заказам предприятий аэрокосмического комплекса в недрах действующих научных коллективов проводились научные исследования по совершенно новым направлениям, в частности по системам автоматизированного проектирования, основателем, которого являлся Л.А. Колесников [1, 4, 7]. Так

же на базе новых идей возникли и успешно развиваются научные направления по автоматизации прочностных исследований у истоков, которых стоял и развивал Лев Александрович.

В 1977 году под руководством Л.А. Колесникова при Харьковском авиационном институте организована кафедра автоматизированного проектирования, которую он возглавлял до конца своих дней. Научные и практические результаты исследований по автоматизации прочностных испытаний самолетов стали достоянием промышленности, по ним защищались кандидатские и докторские диссертации, а само направление со временем стало основой образования новой научной школы «Прочности» Л.А. Колесникова.

Список литературы

1. Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». ХАІ-75 [Текст] / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, В.Ф. Деменко [та інш.]. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 656 с.
2. Державний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». ХАІ-70 [Текст] : нариси з історії / за заг. ред. В.С. Кривцова. – Х.: Оригінал, 2000. – 320 с.
3. Харьковский авиационный институт (1930–1990) [Текст] : очерк истории / Н.А. Быстров, А.С. Набатов, Н.П. Артеменко [и др.] ; отв. ред. Н.Т. Березнюк]. – Х. : Основа, 1990. – 190 с.
4. Гайдачук, В.Е. Лев Александрович Колесников – воин, педагог, ученый [Текст] : очерк / В.Е. Гайдачук. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 166 с.
5. Прочностные испытания самолёта Ан-2М с фюзеляжем из стеклопластика [Текст] / В.Е. Гайдачук, Л.А. Колесников, А.И. Макеев, А.Ф. Пильник // Прочность композиционных материалов и их применение в конструкциях летательных аппаратов : сб. науч. тр. / РКВИАВУ им. Я. Алксниса. – Рига, 1970. – Вып. 9. – С. 28-73.
6. Фюзеляж самолета Ан-2М из стеклопластика [Текст] / А.Ф. Пильник, Л.А. Колесников, Я.С. Карпов, В.Е. Гайдачук // Самолетостроение и техника воздушного флота : респ. межвед. науч.-техн. сб. / Харьк. авиац. ин-т. – Х., 1971. – Вып. 26. – С. 63-66.
7. Гайдачук, В.Є. Тридцять років наукової школи з проблеми створення виробів авіаційно-космічної техніки з полімерних композиційних матеріалів [Текст] / В.Є. Гайдачук, О.В. Гайдачук, Я.С. Карпов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2010. – № 2 (69). – С. 12-19.

*О.О. Нахаба, старший науковий співробітник
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

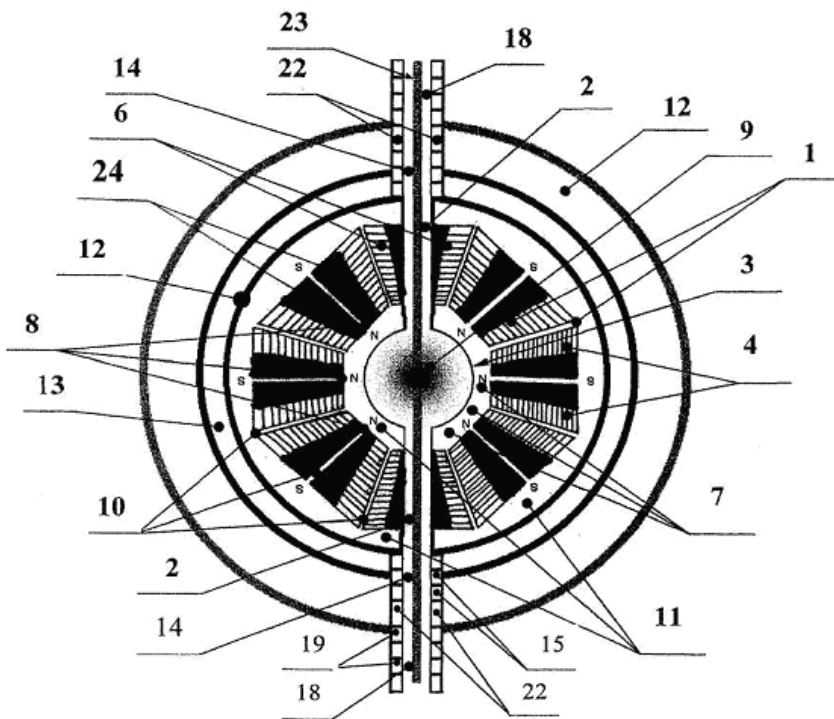
Оптимізація структурних компонентів перспективних літальних апаратів майбутнього на основі нового прототипу плазмового контейнера для високотемпературної плазми сферичної форми, а саме на основі «радіальної електромагнітосфери»

У даній доповіді коротко представлені передумови для створення нової енергетичної установки для літальних апаратів майбутнього на основі нового плазмового контейнера для утримання сферичної плазми, а саме на основі «радіальної магнітосфери».

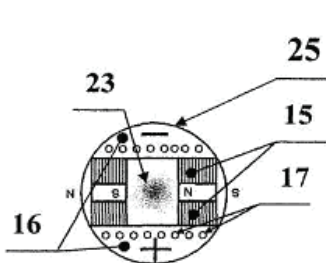
Відомо, що основна проблема створення систем для використання енергії ядерної та термоядерної реакцій - це проблема ефективного утримання високотемпературної плазми. На сьогоднішній день тільки магнітне поле може ефективно ізолювати високотемпературну плазму від зовнішнього середовища. Тому виникла необхідність створення електромагнітних пристроїв, котрі були би здатними утримувати плазму та керувати нею. Але сучасні технології дозволяють утримувати термоядерну плазму лише на долі секунди та не дозволяють повноцінно керувати нею, тому поки ще не мають практичного значення.

Найбільш близьким до запропонованого технічного рішення є сферичний токамак, що також представляє собою камеру, що складається з надпровідних обмоток, але у цьому токамаці, на відміну від запропонованого пристрою, плазма створюється та утримується у вигляді плазмового шнура тороїдної форми [1, 2, 3]. Недоліком такого пристрою є низька щільність створеної ним плазми, та її недостатня стабільність, що не дозволяє довготривало утримувати високотемпературну плазму та ефективно її використовувати. Другим недоліком є занадто великі розміри обмоток токамаку для відносно невеликого магнітного потоку, створеного ними, що не дозволяє створити магнітне поле достатньої щільності для утримання ядерної і тим більше термоядерної плазми.

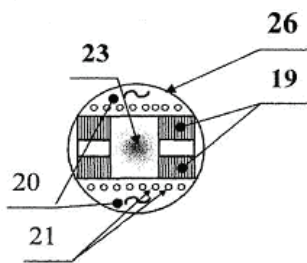
В основу корисної моделі поставлена задача розробки пристрою для утримання високотемпературної плазми у згустку сферичної форми та її керованої емісії у строго детермінованому напрямі, в якому за рахунок оригінального конструктивного рішення забезпечується максимальне зближення бокових поверхонь обмоток 4, 5 та 6 камери 1, що створює більш герметичне магнітне поле, а за рахунок зменшення розмірів камери до кількох сантиметрів при збереженні високої сили струму у надпровідних високоіндуктивних обмотках значно підвищується щільність магнітного потоку і створюються умови для ефективного тривалого утримання нехай і невеликої кількості (кілька мм³) ядерної або термоядерної плазми.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3

Пристрій складається з камери 1 сферичної форми з отворами 2, реакторного відсіку 3, надпровідних електромагнітних екваторіальних обмоток конічної форми із знімними сердечниками 24 із феромагнетика з вузьким центральним каналом 4 (розташованих по екватору камери 1), півкульних

обмоток конічної форми із знімними сердечниками із феромагнетика з вузьким центральним каналом 5 (з котрих складаються півкулі камери 1) та двох полярних обмоток конічної форми із знімними сердечниками із феромагнетика з широким центральним каналом 6 (розташованих по полюсам камери 1), в усіх цих обмотках створюється постійне магнітне поле високої щільності 7 (північні полюси 8 котрого направлені у центр реакторного відсіку, де утримується високотемпературна плазма 9), каналів 10 для кріогенного охолодження обмоток рідким гелієм 11, герметичного корпусу 12 із водяним бар'єром 13, та інтегрованих МГД-генераторів постійного електричного струму 14 та перемінного електричного струму 18, що у свою чергу складаються з ланцюгів надпровідних електромагнітних обмоток 15, 19, розташованих у проекції центральних каналів обмоток 6 та надпровідних електродів 16, 20 для поглинання іонів плазмового потоку 23 із каналами 17, 21 для кріогенного охолодження. Для ізоляції генеруемого постійного від перемінного електричного струму, проміж МГД-генераторами 14 та 18 розташовано міжгенераторний ізолятор 22.

Пристрій реалізується наступним чином.

1 етап – створення у реакторному відсіку 3 камери 1 плазмового згустку сферичної форми. Після увімкнення електромагнітних обмоток 4, 5 та 6 та створення у них постійного магнітного поля, північні полюси 8 котрого направлені у центр реакторного відсіку 3, де за допомогою серії дугових розрядів, створюється плазмовий згусток сферичної форми. Паралельно у цей згусток поступово вводиться речовина, що складається із легких атомів (наприклад рідкий гелій, або газообразний водень), та за допомогою лазерного опромінення уся ця суміш підігрівается до температури, необхідної для іонізації усіх атомів суміші, і таким чином введена речовина підтримується у вигляді плазмового згустку сферичної форми у центрі реакторного відсіку 3 камери 1. Цей етап супроводжується витратою енергії.

2 етап - перетворення енергії згустку плазми сферичної форми у електроенергію. Після завершення створення плазмового згустку, сила струму на обмотках 4, розташованих по екватору камери 1 зменшується і починається емісія плазми крізь центральні канали обмоток 6 (що розташовані по полюсам камери 1), у проекції котрих розташовані обмотки та надпровідні електроди МГД-генераторів, де відбувається розділення та осадження іонів плазмового потоку 23 на електродах та генерація електроенергії. При цьому обмотки 15 МГД-генераторів 14 створюють постійне магнітне поле для отримання на електродах 16 постійного електричного струму для електроживлення обмоток 4, 5 та 6 камери 1. Одночасно обмотки 19 МГД-генераторів 18 створюють перемінне магнітне поле необхідної частоти (наприклад 50 герц) для отримання на електродах 20 перемінного електричного струму тієї ж частоти для подальшої його подачі на трансформатори мережі споживачів електроенергії. Цей етап супроводжується виділенням корисної електроенергії, частина котрої витрачається на роботу електромагнітних обмоток, що утримують плазму у центрі реакторного відсіку і на перезарядку джерел живлення обмоток МГД-генераторів, що розкладають плазмовий емісійний потік 23 на позитивно зарядженні і негативні зарядженні іони.

Пристрій функціонує наступним чином - створюється герметичне надщільне постійне магнітне поле у котрому за допомогою серії дугових розрядів, створюється плазмовий згусток сферичної форми. У цьому

первинному згустку розкладається на іони інжектована у реактор речовина, що складається із легких атомів (наприклад рідкий гелій, або газообразний водень), та за допомогою лазерного опромінення уся ця суміш підігрівається до температури, необхідної для іонізації усіх атомів суміші, і таким чином введена і іонізована речовина за допомогою сили Лоренца підтримується у вигляді плазмового згустку сферичної форми у центрі реакторного відсіку 3 камери 1. Далі при зменшенні сили струму одночасно тільки у екваторіальних обмотках 4, починається емісія плазми крізь центральні канали двох полярних обмоток 6 у трубу магнітогідродинамічних генераторів постійного та перемінного електричного поля, при цьому емісія плазми зворотньопропорційна силі струму у екваторіальних обмотках 4. Отриманий постійний електричний струм використовується на роботу обмоток 4, 5 та 6 камери 1, та на перезарядку джерел живлення обмоток МГД-генераторів, а отриманий перемінний електричний струм подається на електромагнітні трансформатори мережі споживачів електроенергії.

При використанні даної корисної моделі кількість енергії, що витрачається на формування плазмового згустку, більше енергії, що виділяється при його розкладенні на іони. Але основна мета цієї корисної моделі – це розробка пристрою для ефективного перетворення згустку плазми сферичної форми у електроенергію, і ця конструкція повністю відповідає поставленій меті.

В порівнянні з прототипом, запропонований пристрій має ряд переваг:

- за рахунок конічної форми обмоток, збільшується герметичність та щільність магнітного поля за рахунок максимального зближення бокових поверхонь обмоток 4, 5 та 6, а також концентрації усіх магнітних силових ліній у центрі камери 1, що створює умови для ефективного тривалого утримання щільної високотемпературної плазми з високим ступенем іонізації;

- за рахунок використання надпровідних високоіндуктивних обмоток є можливість у сотні разів підвищити у них силу струму при збереженні їх розмірів та діаметру провідника, з котрого вони виготовленні, що також підвищує щільність магнітного потоку необхідного для ефективного тривалого утримання щільної високотемпературної плазми;

- за рахунок екваторіальних конічних обмоток 4 із змінюваною силою струму є можливість регульованої емісії високотемпературної плазми у строго детермінованому напрямі через центральні канали полярних обмоток 6;

- за рахунок можливості зменшення розмірів пристрою - значно зменшується кількість енергії, необхідної для утримання високотемпературної плазми;

- за рахунок можливості зменшення розмірів - збільшення портативності пристрою;

- за рахунок можливості зменшення розмірів пристрою - значно (у мільйони разів у порівнянні з американським прототипом) зменшуються економічні витрати на створення таких систем;

- за рахунок можливості зменшення розмірів пристрою зменшується обсяг плазми, що одночасно утримується у реакторному відсіку, що у разі аварійного вибуху представляє меншу загрозу для навколишнього середовища і таким чином підвищує безпеку цього пристрою.

- розміщення обмоток МГД-генераторів у проекції центральних каналів двох обмоток 6, розташованих по полюсам камери 1, дозволяє без зайвих втрат

більшу частину виділених іонів при емісії використати для створення електромагнітного поля.

Висновок: дана конструкція плазмового контейнера (радіальна електромагнітосфера) дозволить у майбутньому створювати принципово нові енергетичні та рухові установки літальних апаратів майбутнього.

Список використаної літератури

1. Харченко В.П., Нахаба О.О., Цибульов П.М. Використання сучасних полікоптерних технологій для будівництва інноваційної економіки в Україні та шляхи їх комерціалізації. – К.: КНТЕУ, 2013. – 109 с.
2. Харченко В.П., Чепіженко В.І., Тунік А.А., Павлова С.В. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова; За ред. В.П. Харченка. - К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012.- 464с.
3. David Hynchul Shim. Control System Design for Rotorcraft-based Unmanned Aerial Vehicles using Time-domain System Identification / David Hynchul Shim, Hyoun Jin Kim, Shankar Sastry // IEEE Int. Conference on Control Applications. - 2000. - P. 808-813.
4. Патент України на корисну модель № 79095. МПК (2006): A61B 17/00. Гібридний багатоцільовий авіаційний транспорт. /Нахаба О.О. (Україна). - Міністерство науки і освіти України. Держ. департамент інтелектуальної власності. – 3.№ у 2012 12026; заявл. 19.10.2012; опубл. 10.04.2013, Бюл.№7, 2013 р.
5. Бунин В.А. Аппаратура для получения, удержания и нагрева плазмы. М., 1966;
6. Киловатая Т.Г. Управление формой плазмы в токамаке. Харьковский физико-технический инс-титут АН УССР ЦНИИ Атоминформ, 1989;
7. Л.Д. Ланадау, А.И. Китайгородский. Физика для всех. М., «Наука», 1979;
8. Ландсберг Г.С. Учебник по физике. М., «На-ука», 1970.

*А.Г. Андриец, к.т.н., доцент, С.А. Якимчук
(Национальный авиационный университет, Украина, Киев)*

Применение газотурбинных двигателей сложных циклов

Анализируются параметры газотурбинных двигателей сложных циклов и возможности их применения в составе различных энергоустановок.

Широкое применение ГТД как в авиационных, так и в наземных и транспортных, например, судовых энергетических установках требует проведения комплексных работ по повышению экономичности их работы в наиболее широком диапазоне возможных режимов эксплуатации. Для повышения экономической эффективности авиационных ГТД, создаваемых по простому циклу Брайтона, используется традиционный метод – повышение температуры газа перед турбиной и степени повышения давления в компрессоре, а также повышение степени двухконтурности в авиационных двухконтурных турбореактивных двигателях.

Альтернативным методом повышения экономической эффективности ГТД является создание двигателей сложного цикла, что позволяет значительно повысить как эффективность процессов в ГТД, так и его удельную мощность, улучшить его экологические характеристики. В настоящее время сложные циклы реализованы в современных ГТД, выпускаемых для наземного применения в качестве приводов газоперекачивающих агрегатов (ГПА) в газотранспортных системах и приводов генераторов электростанций (ГТЭ), а также в ГТД в составе судовых пропульсивных комплексов (ГТДПК). Реализация сложных циклов в ГТД позволяет получать высокие значения коэффициента полезного действия (КПД) до $\eta_e=0,43$ при меньших значениях удельного расхода топлива g_e .

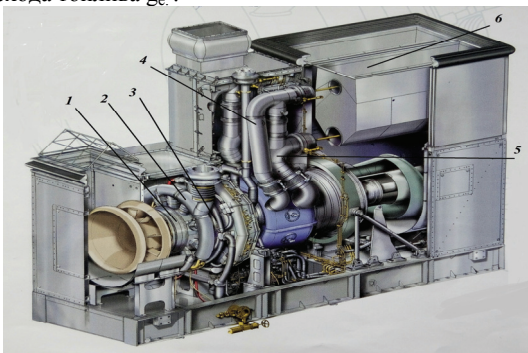


Рис.1. WR-21 фирмы Rolls-Royce с промежуточным охлаждением воздуха и регенерацией тепла уходящих газов: 1-КНД, 2-система промежуточного охлаждения, 3-КВД, 4-вход воздуха в регенератор, 5-выход воздуха из регенератора.

Например, у судового ГТДПК типа WR-21 фирмы Rolls-Royce с промежуточным охлаждением воздуха и регенерацией тепла уходящих газов удельный расход дизельного топлива $g_e = 0,190$ кг/кВт*час при КПД $\eta_e=0,43$, в

тоже время в современных судовых ГТДПК простого цикла η_e более 0,2 кг/кВт*час при значениях КПД $\eta_e=0,33 - 0,38$. Причем в WR-21 при мощности $N=25.2\text{MW}$ эти значения достигаются при невысоких параметрах цикла: степени повышения давления, $\pi_c=16.2$ и начальной температуре газа перед турбиной $T_3=1373\text{K}$.

В ГПА «Надежда» Невского завода мощностью $N=16.3\text{MW}$ значение КПД $\eta_e=0,43$ достигается при еще более низких параметрах: $\pi_c=9.8$ и $T_3=1348\text{K}$ также в усложненном цикле с промежуточным охлаждением воздуха и регенерацией тепла уходящих газов. При этом следует отметить, что меньшие значения степени повышения давления в компрессоре π_c позволяют создать более простой по конструкции и более дешевый компрессор, надежный в эксплуатации благодаря более устойчивой работе его.

А начальная температура газа перед турбиной на уровне $T_3=1373\text{K}$ (1100°C), реализованная в ГТД сложного цикла, в настоящее время это низкий уровень температуры за камерой сгорания, особенно для ГТД со столь высокой эффективностью при значении КПД $\eta_e=0,43$. В то же время в ГТД простого цикла чтобы достигнуть таких же значений КПД на уровне $\eta_e=0,43$ необходимо поднимать степень повышения давления до $\pi_c = 30...40$ и начальную температуру газа перед турбиной до уровня $T_3=1673\text{K}$ (1500°C) и выше. Значительное повышение температуры T_3 требует применения материалов с повышенной прочностью при высоких температурах для изготовления лопаток и дисков турбин: дорогих лопаток монокристаллических, из керамического матричного композита и т.д., а также усовершенствования и усложнения систем охлаждения элементов турбины, работающих в зоне высоких температур.

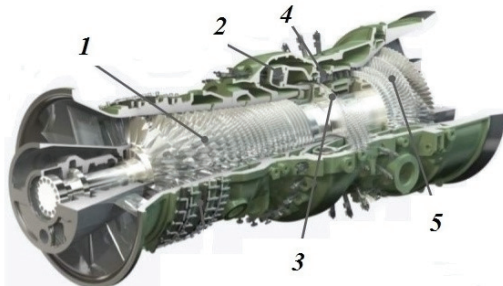


Рис.2. GT 26 фирмы Alstom с камерой промежуточного подогрева газа: 1 – 22-ступенчатый компрессор; 2 – основная камера сгорания; 3 – 1-ступенчатая турбина высокого давления; 4 - камера промежуточного подогрева газа; 5 – 4-ступенчатая турбина низкого давления.

Следует отметить, что реализация в ГТД сложного цикла с установкой дополнительной камеры промежуточного подогрева газа также повышает КПД – в ГТД для электростанций GT 26, выпускаемых фирмой Alstom мощностью 260МВт, $\eta_e=0,381$ при $\pi_c = 33,9$, рис.2.

Газотурбинная установка сложного цикла, где основной ГТД работает совместно с турбиной перерасширения (ТП), установленной за силовой турбиной, имеет за счет утилизации тепла уходящих газов эффективный КПД и удельную мощность на 15...20 % относительных выше, чем ГТД простого

цикла [1]. Дополнительно увеличить КПД и удельную мощность такого ГТД возможно введением в его тепловую схему камеры промежуточного подогрева газа перед свободной силовой турбиной [1]. Дополнительная мощность в ГТД получается за счет дополнительной мощности перерасширения газа в ТП (за вычетом мощности на дожимание газа в дожимающем компрессоре ДК) и промежуточного подогрева газа перед силовой турбиной. Охладитель газа в установке уменьшает работу на дожимание газа в ДК и может использоваться в качестве водяного котла-утилизатора, что делает установку когенерационной с повышенной термодинамической эффективностью, рис.3.

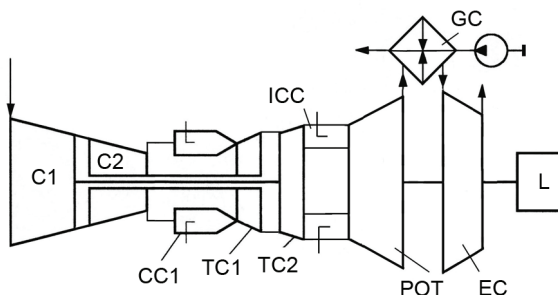


Рис.3. Схема ГТД с турбиной перерасширения и камерой промежуточного подогрева газа: C1-КНД; C2-КВД; CC1-основная КС; TC1-ТВД; TC2-ТНД; ICC-камера промподогрева газа; POT-силовая турбина с турбиной перерасширения; EC-дожимающий компрессор; GC-газоохладитель; L-нагрузка

На рис.4 приведены данные расчетных исследований ГТД с ТП и камерой промподогрева газа перед силовой турбиной: температура газа на выходе из камеры промподогрева $T_{4,3}=0,8\ldots 0,85T_3$.

Камера промподогрева газа предоставляет дополнительную возможность регулирования мощности ГТД при сохранении высоких значений КПД и удельной мощности на дроссельных режимах. Здесь T_3 =С-режим регулирования с постоянной T_3 ; Р – режим регулирования с пропорциональным изменением температур T_3 и $T_{4,3}$; S – график изменения параметров ГТД простого цикла. Анализ графиков показывает, что до $\bar{N}_e \approx 0,5$ КПД ГТД с ТП остается постоянным и высоким. После того, как топливо прекращает поступать в камеру промподогрева, КПД ГТД с ТП снижается, но на всех дроссельных режимах остается выше, чем КПД двигателя простого цикла S.

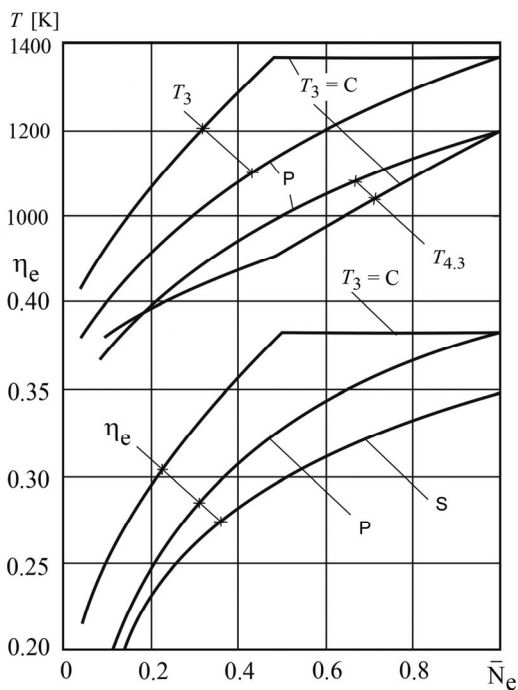


Рис.4. Характеристики ГТД с ТП и камерой промподогрева газа при $T_3=1373\text{K}$, $\pi_c=19.0$ и $\pi_{ec}=3$

В авиационных двигателях применение ГТД сложных циклов с промежуточным охлаждением воздуха и регенерацией тепла уходящих газов исследуется специалистами фирмы MTU с партнерами [2], рис. 5,6.

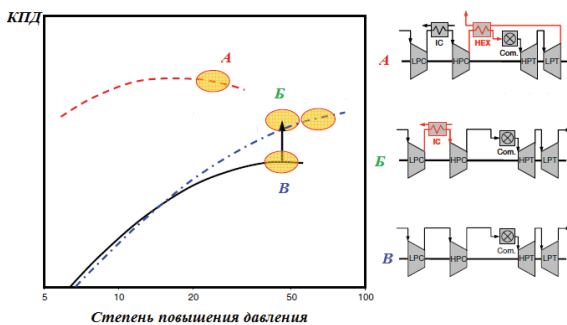


Рис. 5. Сравнение эффективности циклов ГТД. А- цикл с промежуточным охлаждением и регенерацией тепла уходящих газов. Б- цикл с промежуточным охлаждением. В- простой цикл.

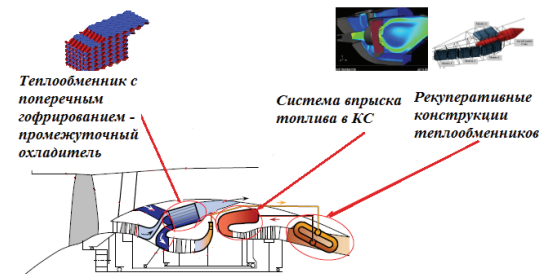


Рис.6. Технологии для ГТД сложного цикла.

Исследования показали, что это позволит создавать, например, двухконтурные реактивные двигатели с компактным расположением охладителя воздуха и регенератора. При этом повышение эффективности ГТД достигается при весьма низких значениях степени повышения давления воздуха в компрессоре на уровне $\pi_c = 12 \dots 25$.

Выводы

1. Применение ГТД сложных циклов в составе наземных и судовых энергетических установок, несмотря на усложнение конструкции и увеличение капитальных затрат, показало эффективность и окупаемость таких двигателей, созданных при невысоких значениях параметров цикла – степени повышения давления в компрессоре π_c и начальной температуры газа T_3 .

2. Применение ГТД сложных циклов в составе авиационных силовых установок требует совершенствования соответствующего оборудования – например охладителя воздуха и регенератора, и проработки совместной их работы на разных режимах работы двигателя. Утяжеление силовой установки сложного цикла может компенсироваться уменьшением необходимого запаса топлива в полете, обусловленного уменьшением расхода топлива при повышенных значениях КПД двигателя.

Список литературы

1. A.Andriets,V.Matviienko, V.Ocheretianyi. Ship Gas Turbine Engine With the Intermediate Gas Reheating Before the Power Overexpansion Turbine. International Turbine Technical Conference ASME Turbo Expo 2012: Proceedings of the ASME Turbo Expo 2012. – Copenhagen: ISBN 978-0791854631, GT 2012-68059.

2. J. Sieber. NEWAC Overview // MTU Aero Engines / European Workshop on New Aero Engine Concepts Munich, 2015.

*М.М. Мітрахович, д.т.н., проф., В.В. Комаров, аспірант
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

Моделювання в програмному комплексі ANSYS CFX впливу форми обічайки дозвукового вхідного пристрою кільцевого типу силової установки з гвинтовентиляторним двигуном на нерівномірність потоку на вході в компресор

Наводяться результати математичного моделювання течії робочого тіла в дозвуковому вхідному пристрої кільцевого типу силової установки з гвинтовентиляторним двигуном. Відзначено не значний вплив форми обічайки повітрязбірника на аеродинамічну ефективність його каналу.

В даний час спостерігається тенденція розробки літаків нетрадиційних аеродинамічних форм. Це пов'язано з посиленням вимог до ЛА і конкуренцією, що загострилася. Одним з перспективних способів поліпшення аеродинамічної якості літака є застосування силової установки зі співвісними дворядими гвинтовентиляторами протилежного обертання. При такій компоновці вхід в повітрязбірник розташований за робочими гвинтами і, як наслідок, потік робочого тіла в області вхідного пристрою має складний характер.

Отже, розрахунок основних параметрів вхідного пристрою – необхідний і дуже відповідальний етап проектування силової установки практично будь-якого літака. Такі проектувальні розрахунки виконують багаторазово: варіюють режим польоту, ряд проектних параметрів (включаючи компоновку силової установки) з метою відшукування найбільш ефективного варіанту, при уточненні вихідних даних у міру розвитку проекту і виконання додаткових експериментальних досліджень. Крім того, необхідно проаналізувати роботу вхідного пристрою на різних режимах польоту, при різних кутах атаки і можливих кутах скоса потоку, а також в аварійних і позаштатних ситуаціях. Особливо багаточисельні ітерації на етапі ескізного проектування. Тому розробка досить простого і швидко здійсненого при обмежених вихідних даних методу такого розрахунку, що дозволяє скоротити витрати часу та інтелектуальних ресурсів на виконання ескізного проектування вхідного пристрою майбутнього літака – непросте та дуже актуальне завдання.

Постановка завдання для обчислювального експерименту

В ході льотних випробувань літака АН-70 з двигунами Д-27 було виявлено значне збільшення витрат повного тиску у ВП, щодо прийнятого при проектуванні значення [1].

Аналізу причин, що викликали це зниження, а також знаходження шляхів їх усунення і присвячена дана робота.

Одне з припущень про причини зниження ефективності силової установки полягало у створенні співвісними гвинтами, що обертаються в різні сторони, потужних вихорів, які потрапляючи у вхідний пристрій (ВП) двигуна створюють значні втрати повного тиску та викликають на деяких режимах

роботи двигуна помпаж. В свою чергу, втрати повного тиску ВП можуть виникати як в результаті утворення вихрових зон встановленими силовими стойками в проточній частині повітрязабірника, що призводить до значної нерівномірності потоку робочого тіла на вході в двигун, так і через зменшення робочої області на вході до каналу повітрязабірника викликаного опором обічайки ВП (рис.1).

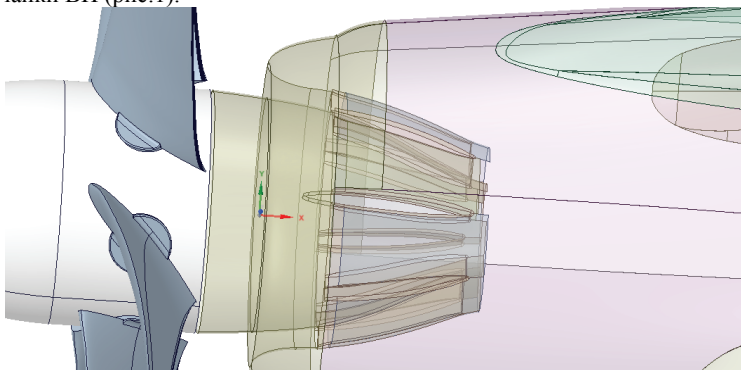


Рис. 1. Геометрична модель проточної частини повітрязабірника двигуна прототипа

Для визначення впливу форми обічайки на аеродинамічні характеристики ВП запропоновано наступне (рис. 2):

- дослідити аеродинамічні характеристики базового повітрязабірника;
- дослідити аеродинамічні характеристики повітрязабірника з обічайкою на основі профіля NACA 2412 [6];
- дослідити аеродинамічні характеристики повітрязабірника з обічайкою на основі профіля NACA 63-415 [7];

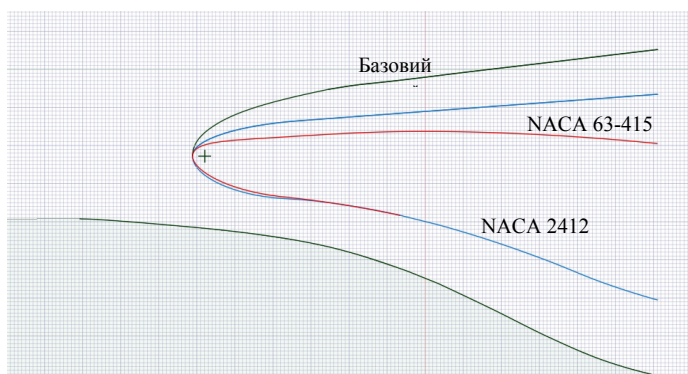


Рис. 2. Порівняння обводів обічайок вхідного пристрою

Поставлена задача вирішувалася за допомогою математичного моделювання 3-х мірної течії газу у дозвуковому вхідному пристрої кільцевого типу силової установки з гвинтовентиляторним двигуном в спеціалізованому обчислювальному комплексі ANSYS CFX [2].

В результаті моделювання необхідно отримати характеристики ВП: повний тиск на вході в двигун $p_{вх}^*$, коефіцієнт збереження повного тиску $\sigma_{вх}$, що порівнюються з аналогічними експериментальними характеристиками.

Для побудови математичної моделі використовується модель восьми- і шестилопатевиими співвісного повітряного гвинта (ПГ) (рис. 3), в якій є основні частини ПГ, такі як лопасть, обтічник вала і механізм повороту лопатей. Використання сучасних обчислювальних інструментів дозволяє максимально докладно враховувати геометрію даного об'єкту. Методи, які засновані на вихровій теорії [3, 4], в основному використовують лише спрощену геометрію декількох перетинів лопати. Це значною мірою знижує обчислювальний процес і зменшує час розрахунку. Профілі, що використовуються для проведення розрахунку з використанням цих методів, відповідають двигуну прототипу, для яких є характеристики.

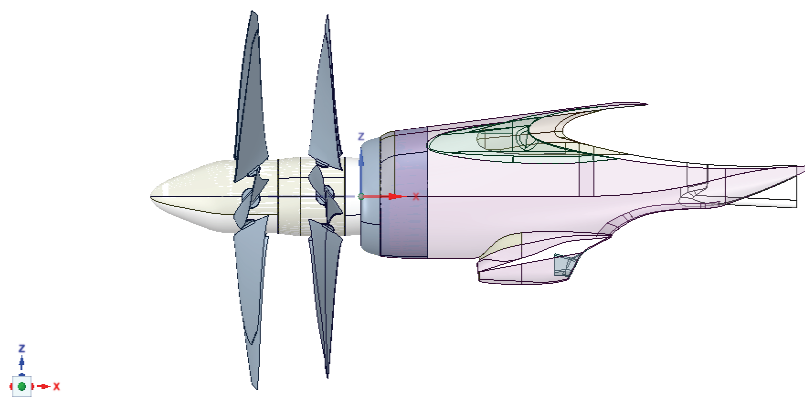


Рис. 3. Геометрична модель силової установки

У всіх моделях параметри течії вибиралися відповідними до режиму льотного випробування (крейсерський режим): витрата газу 20,31 кг/с, швидкість польоту 470 км/год, частота обертання лопатей - 850 об/хв. На вході в розрахункову модель задавалися параметри атмосфери, згідно показників льотного експерименту.

Розрахункова область являє собою циліндр, що складається з обертових (1,3 розмаху) і стаціонарної (4 розмахів) частин (рис. 4).

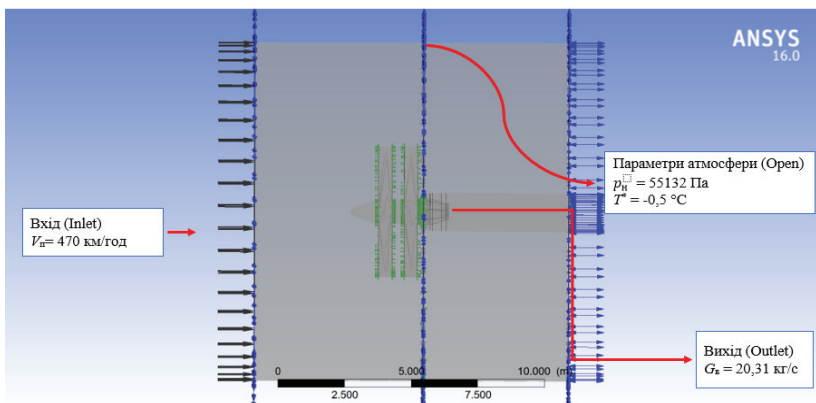


Рис. 4. Розрахункова область із граничними умовами

Розрахунок проводиться на гібридній сітці (структурована, неструктурована груба та неструктурована детальна). Розрахункова сітка складається з 2-х підобластей: обертова та стаціонарна. З досвіду попередніх розрахунків відомо, що при однаковій кількості осередків структурована сітка дає точніші результати, ніж неструктурована. Але побудова структурованої сітки займає набагато більше часу.

У даній роботі створення структурованої сітки для всієї розрахункової області займає близько 1 тижня, неструктурованої – 1,5 - 2 дні. Тому, для економії часу, було прийнято рішення використовувати гібридну сітку.

Структурована розрахункова сітка застосована по всій довжині проточної частини ВП (рис. 5). Стаціонарна частина розрахункової області складається з гексаєдрів загальною кількістю більше 2 млн. елементів. Обертова (рис. 6) - також з гексаєдрів кількістю більше 1,5 млн. елементів. Для побудови розрахункової сітки використовувався комплекс ANSYS ICEM CFD [2].

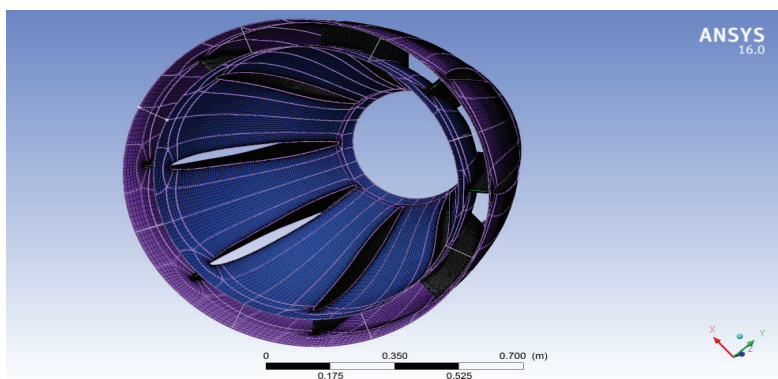


Рис. 5. Розрахункова сітка кінцевих елементів проточної частини ПВ

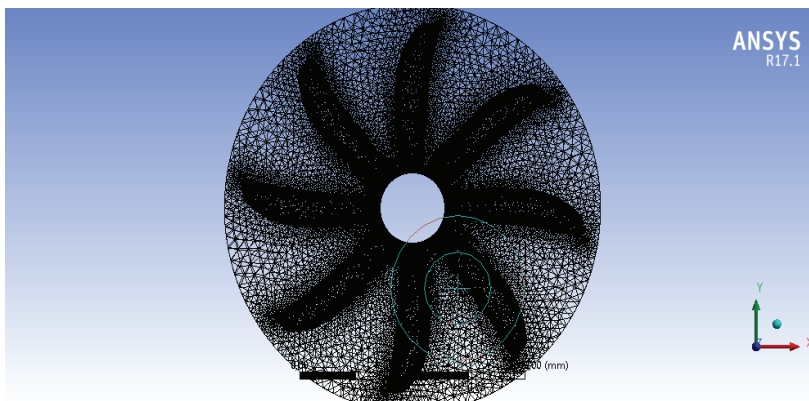


Рис. 6. Розрахункова сітка кінцевих елементів лопатей першого ряду

При побудові неструктурованою розрахункової сітки на поверхнях з граничною умовою «прилипання» будуються призматичні шари (структуровані шари) для кращого опису пограничних шарів. Кількість призматичних шарів - 15.

Для моделювання течії використовувалися рівняння Нав'є-Стокса замкнуті моделлю турбулентності Shear Stress Transport SST (також відома як модель Ментера [5]). Потік в моделі адіабатичний, робоче середовище - газ з властивостями повітря. Теплофізичні властивості газу задавалися в залежності від температури.

Для коректної роботи пристінкових функцій моделі турбулентності, пристінні елементи виконані з критерієм $Y^+ < 1$. Це дозволяє говорити про коректний розрахунок параметрів тертя на стінках моделі.

В ході розрахунку контролювалися збіжність основних швидкісних і масових компонентів. Розрахунок вважався таким, що зійшовся після зниження рівня невязок нижче 10^{-4} .

Аналіз результатів розрахунків

Результати розрахунку з використанням моделей ВП представлені у вигляді візуалізації параметрів течії (повного тиску та швидкості), а також значення коефіцієнта відновлення повного тиску σ_{ex} ВП.

На рис. 7 показана візуалізація розподілу повного тиску на вході в двигун. На даному малюнку видно наявність відривної зони поблизу кореневої частини силових стійок. Дане явище може бути викликано із-за попередньої закрутки потоку на вході ВП, яка, в свою чергу, обумовлена роботою лопатей двигуна.

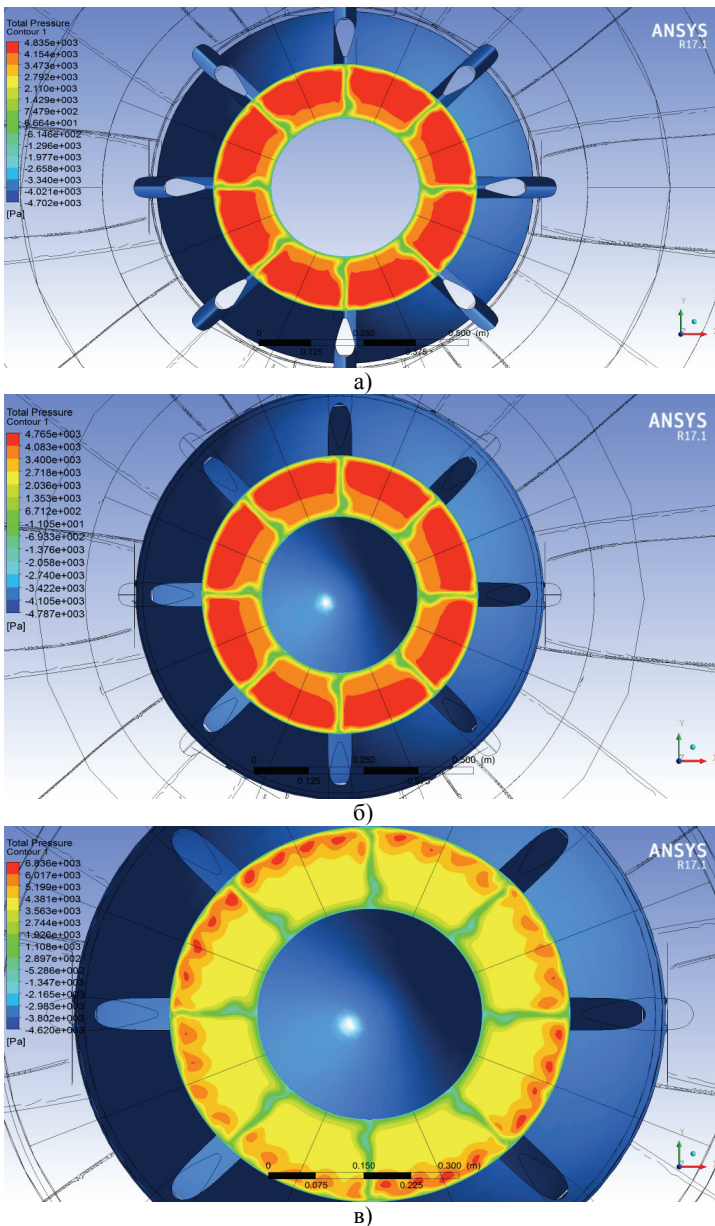
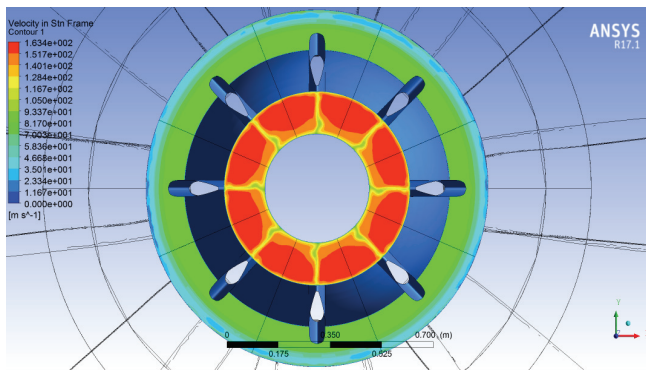
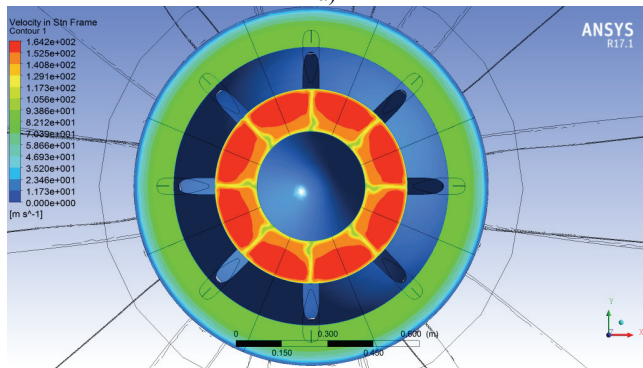


Рис. 7. Розподіл повного тиску на вході двигуна:
а) базовий ПВ; б) NASA 2412; в) NASA 63-415

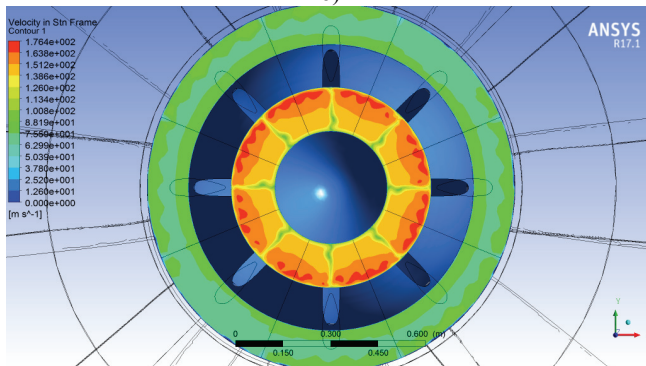
На рис. 8 зображено візуалізацію розподілу швидкості потоку на вході ВП та двигун.



a)



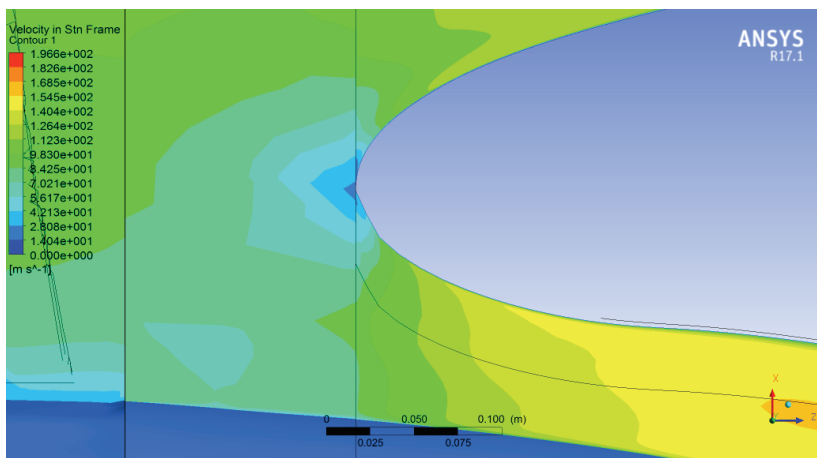
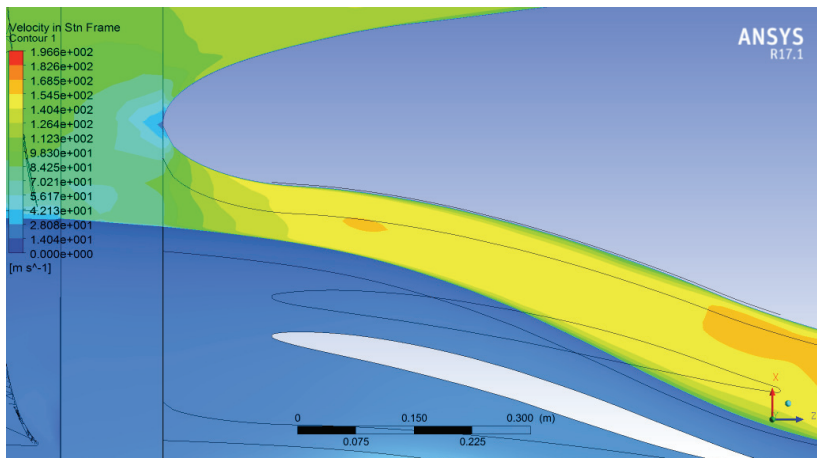
б)



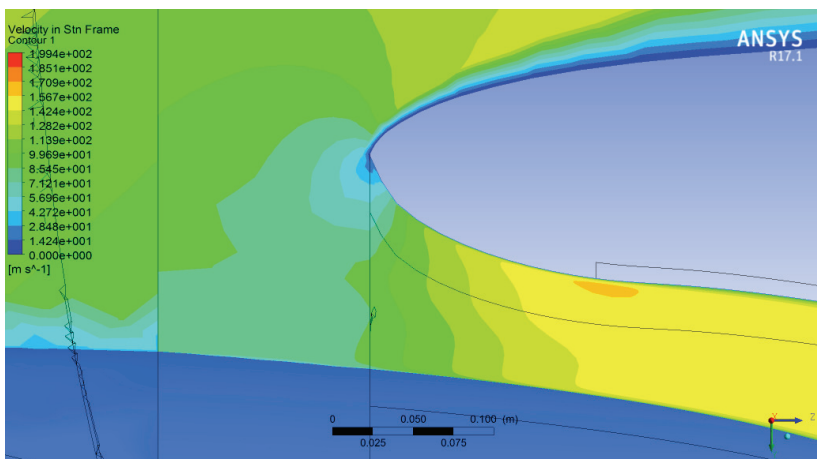
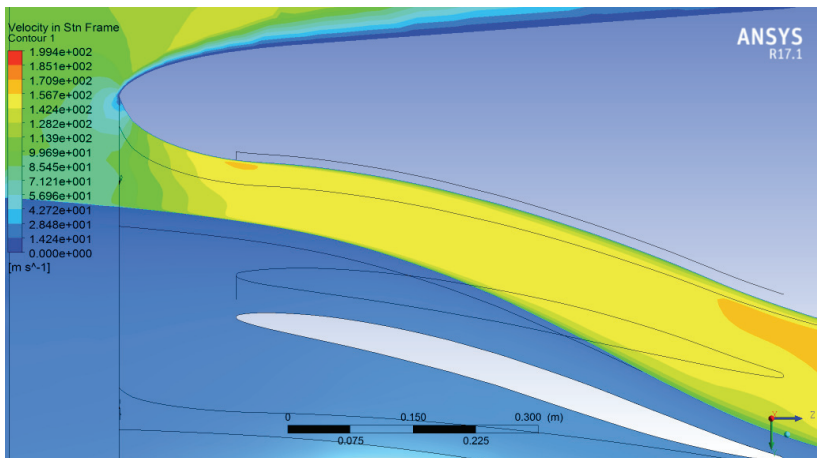
в)

Рис. 8. Розподіл швидкості потоку на вході ВП та двигуна:
а) базовий ПВ; б) NACA 2412; в) NACA 63-415

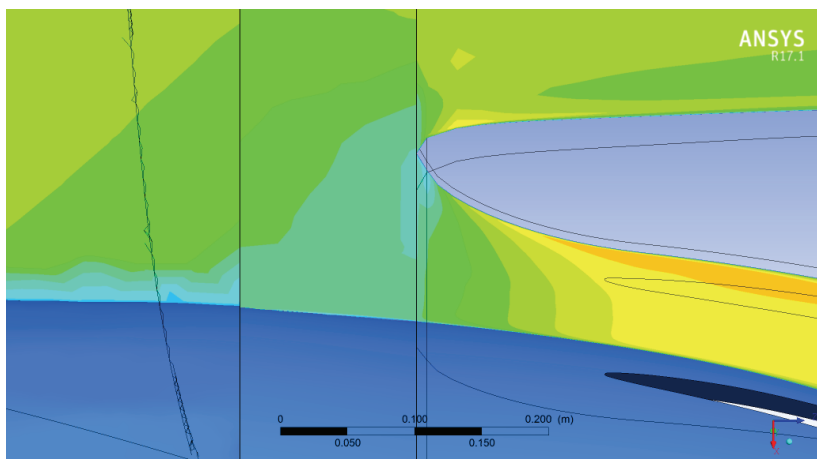
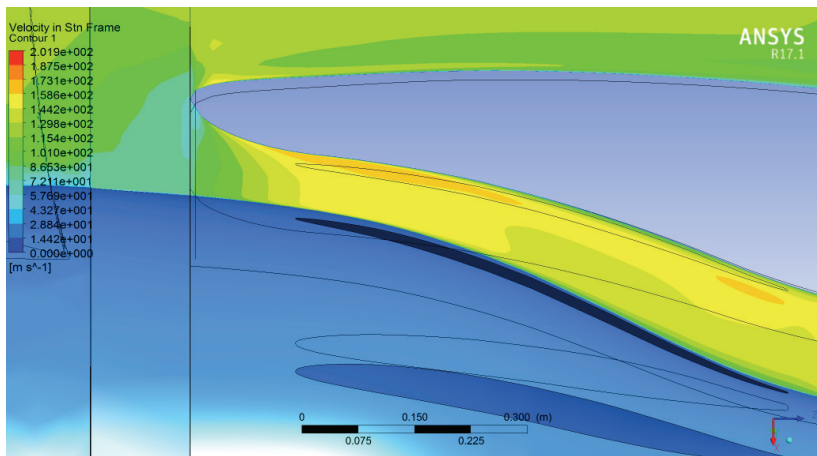
На рис. 9 та 10 показана візуалізація розподілу швидкості потоку вздовж проточної частини ВП. Поблизу носка обічайки відбувається гальмування потоку, його розподіл та збільшення швидкості при переході до осесиметричної (внутрішньої) частини.



a)

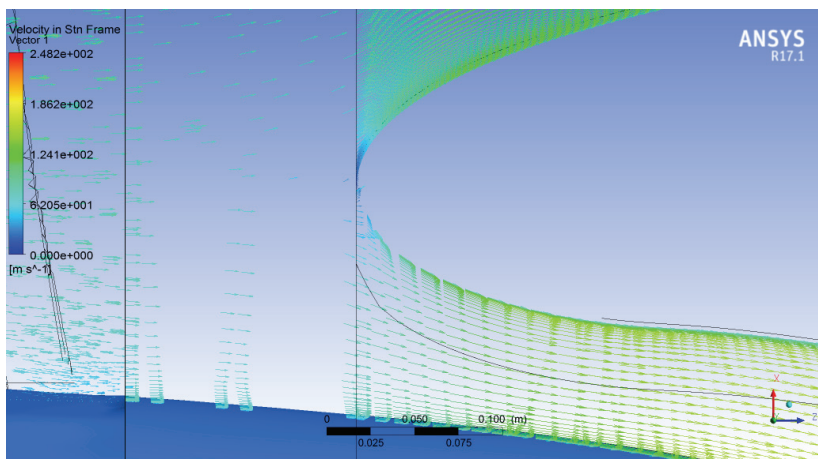
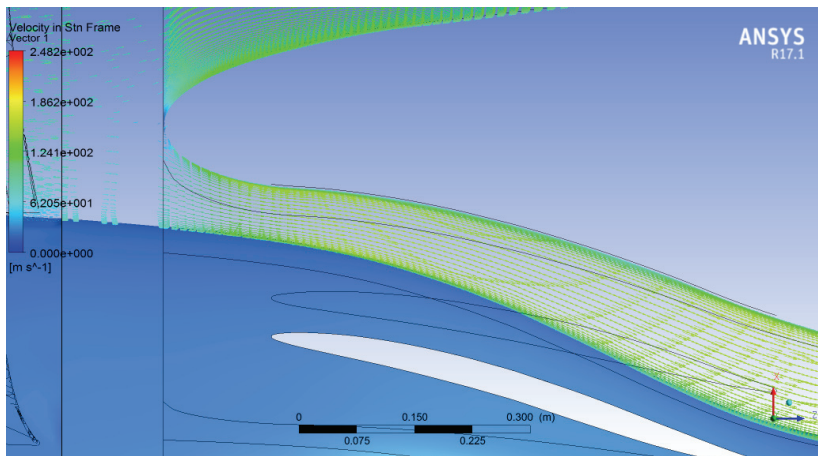


6)

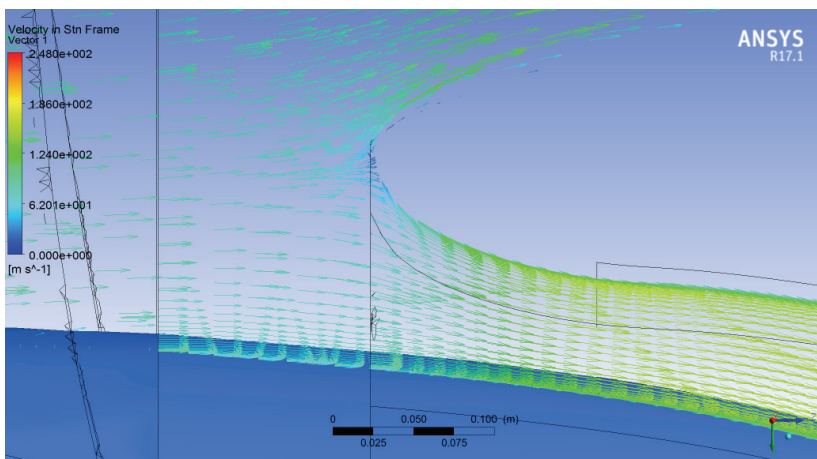
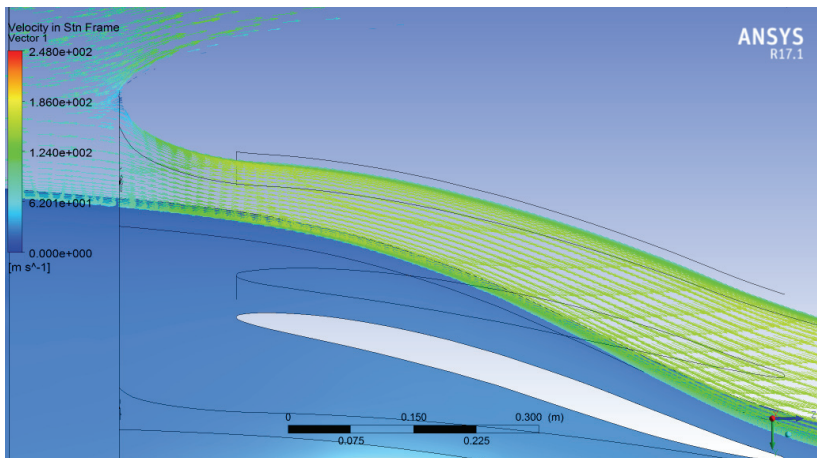


в)

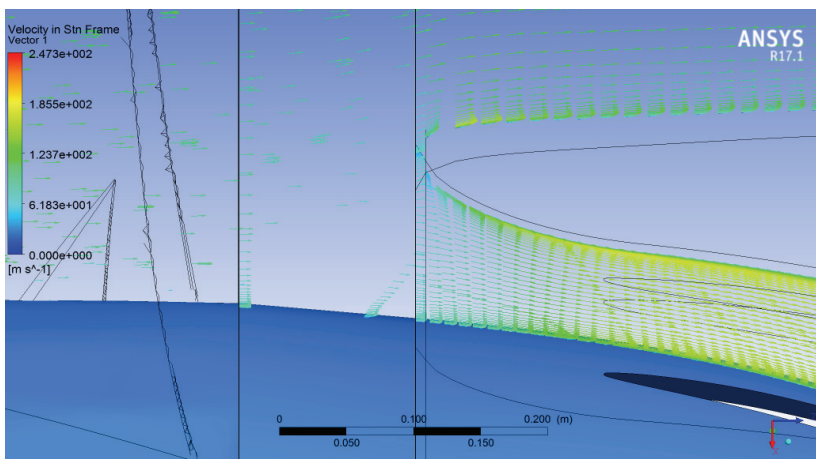
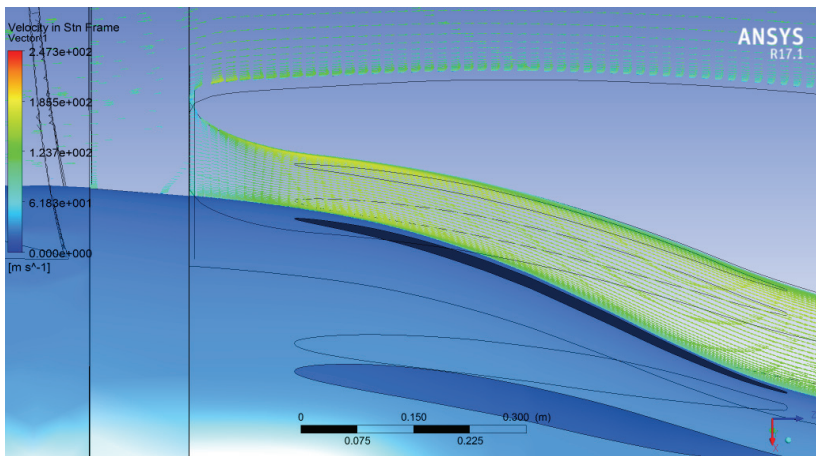
Рис. 9. Розподіл швидкості потоку вздовж тракту ВП:
а) базовий ПВ; б) NACA 2412; в) NACA 63-415



a)



6)



в)

Рис. 10. Векторне зображення розподілу швидкості потоку вздовж тракту ВП:
а) базовий ПВ; б) NACA 2412; в) NACA 63-415

В даній роботі характеристики потоку робочого тіла замірялись в п'яти площинах. Розташування даних площин та їх відстань від обічайки ВП наведено на рис. 11.

Використовуючи результати розрахунку параметрів течії на вході в двигун отримано значення повного тиску в перетинах p^* , швидкості потоку v , коефіцієнт збереження повного тиску $\sigma_{вх}$ та коефіцієнт відновлення повного тиску $\delta_{вх}$ (див. табл. 1).

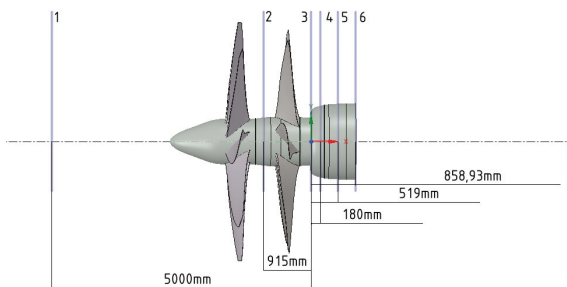


Рис.11. Розташування площин виміру значень щодо носика обічайки ВП

Таблиця 1

Номер перерізу		1	2	3	4	5	6
Відстань відносно носика обічайки, мм	форма	5000	915	0	-180	-519	-858,93
Площа кільцевого перерізу, м ²	Базова	0,422	0,422	0,422	0,2	0,23	0,215
	NACA 2412	0,422	0,422	0,422	0,2	0,23	0,215
	NACA 63-415	0,422	0,422	0,422	0,207	0,23	0,215
Значення усередненого повного тиску за масовою витратою massFlowAve() в перерізі p^* , Па	Базова	61462,4	60102,8	59815,6	59439,6	59168,9	58946,5
	NACA 2412	61377,9	59972,4	59728,9	59313,2	59052,1	58830,0
	NACA 63-415	61423,3	60024,2	60030,9	59624,2	59309,7	59062,4
Коефіцієнт збереження повного тиску $\sigma_{вх}$	Базова	0,9591	0,9808	0,9855	0,9917	0,9962	1,0000
	NACA 2412	0,9585	0,9810	0,9850	0,9919	0,9962	1,0000
	NACA 63-415	0,9616	0,9840	0,9839	0,9906	0,9958	1,0000
Коефіцієнт відновлення повного тиску $\delta_{вх}$	Базова	0,0409	0,0192	0,0145	0,0083	0,0038	0
	NACA 2412	0,0415	0,019	0,015	0,0081	0,0038	0
	NACA 63-415	0,0384	0,016	0,0161	0,0094	0,0042	0
Осереднене значення швидкості потоку v в перерізі, м/с	Базова	129,278	108,370	68,867	156,183	141,106	148,371
	NACA 2412	129,840	110,214	71,080	156,782	141,498	148,775
	NACA 63-415	129,606	110,606	65,320	149,257	140,676	148,184

З аналізу даних таблиці 1 можна зробити висновок, що форма обічайки майже не впливає на розрахункове значення коефіцієнта збереження повного

тиску ВП, адже отримані значення $\sigma_{\text{вх}}$ форм обічайок NACA 2412 та NACA 63-415 відрізняються від значення коефіцієнта збереження повного тиску базового ВП на 0,3%.

Таким чином, можна зробити висновок про можливість застосування розробленого методу аеродинамічного розрахунку течії в дозвуковому входному пристрої кільцевого типу силової установки з винтовентильаторним двигуном, а також для отримання аеродинамічних характеристик ВП.

Наведені вище результати розрахунків свідчать про те, що метод дозволяє передбачити параметри течії в каналі з необхідною точністю.

Отримані в процесі моделювання результати будуть корисними для студентів авіаційних вузів та для співробітників підприємств аерокосмічного профілю, що займаються проектуванням і доведенням ГТД.

Список літератури

1. Иньков В.Д. Оценка характеристик входного устройства маршевой двигательной установки с модернизированным винтовентилятором СВ-27. Технический отчет 70.702.032.Д1-12. – Киев, 2012.
2. Release 17.1 documentation for ANSYS [Электронный ресурс], ANSYS Inc., 2016.
3. Дмитриев В.Г., Павловец Г.А., Чевагин А.Ф., Быркин А.П., Иванюшкин А.К., КимС.К., Кишалов А.Н. Исследования по разработке перспективных методов расчёта аэродинамических характеристик и проектирования воздушных винтов с учётом требований по аэродинамической эффективности и ресурсу. — Жуковский, 2005.
4. Александров В.Л. Воздушные винты. — М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1951.
5. Menter F. Ten Years of Industrial Experience with the SST Turbulence Model / F. Menter, M. Kunitz, R. Langtry // J. Turbulence, Heat and Mass Transfer, 2003. – Vol. 4. – P. 625-632.
6. Er. Shivam Saxena, Mr. Rahul Kumar. Design of NACA 2412 and its Analysis at Different Angle of Attacks, Reynolds Numbers, and a wind tunnel test // International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3, Issue 2, March-April, 2015.
7. Christian Bak, Peter Fuglsang, Jeppe Johansen, Ioannis Antoniou. Wind Tunnel Tests of the NACA 63-415 and a Modified NACA 63-415 // Airfoil Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, December 2000.

Порівняння розрахункових алгоритмів, заснованих на рівняннях тиску та густини при дослідженні моделі вентилятора ТРДД

Використання математичних моделей для опису характеристик двигуна потребує ретельного відбору методів, що використовуються під час моделювання. Тому необхідно визначити ті рівняння, що найкраще описують параметри потоку, для забезпечення адекватності отриманих даних. В роботі порівнюються два методи засновані на рівняннях тиску і рівняннях густини, що в модифікованому стані можуть описувати великий спектр задач.

Сучасні умови використання авіаційної техніки потребує щільного підходу до екологічних параметрів літака. Так на 38-й асамблеї ІКАО [1], були закладені основні характеристики для сертифікації літаків, що забороняє літакам які не пройшли сертифікацію, сідати та злітати з міжнародних аеропортів. Таким чином виникла невідкладна необхідність в покращенні екологічних характеристик авіаційних суден, для того, щоб вони зберігали свою конкурентоспроможність. Проведені аналізи шуму літака вказують на те, що основним джерелом шуму літака на злеті і посадці є його силова установка [2]. Тож для зменшення негативного впливу на середовище, логічним кроком є модифікація саме двигуна.

Застосування конструкцій, що поглинають звук, профілювання лопаток ротора та статора, та інші заходи зменшення шуму потребують попереднього вивчення, та створення натурних моделей, що ускладнює дослідження. Через це є наявна необхідність в використанні математичних моделей, що дозволять досліджувати зміну характеристик без сторонніх затрат. Однак постає питання в адекватності моделі.

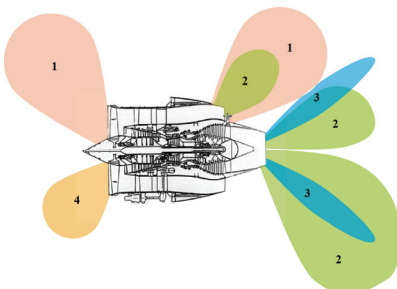


Рис.1. Петлюстова шумограма двигуна

Через що необхідно перекопатися в правильності застосування певної моделі. Так алгоритми розрахунку задачі в середовищі ANSYS розділяється на дві групи: алгоритм, що базується на збереженні балансу за рівнянням тиску, та алгоритм, що базується на балансі за рівнянням густини [3].

Перший використовується для задач з низько швидкісними нестискуваними течіями, другий для швидкоплинних стискаємих течій. Обидва методи отримали удосконалення і значно відрізняються від

початкового їхнього вигляду. Так в обох рівняннях поле швидкостей виходить з рівняння руху, та включають в себе основні інтегральні рівняння збереження маси та імпульсу, а також (якщо необхідно) рівняння пов'язані зі зміною енергії, та турбулентності потоку. Розв'язок проходить за умов врахування балансу витрат.

Таким чином, різниці між етапами розрахунку цих двох методів (заснованого на тиску і на густині) майже немає, однак на перших стадіях вони відрізняються, що і закладає основні відмінності в подальшому розрахунку. Тому виникає необхідність в порівнянні даних методів, шляхом розв'язання однієї задачі різними методами.

Всі рівняння опису течії рідини замикаються на рівняннях турбулентної в'язкості і для обох випадків розрахунку умови виконані однаковими. Виходячи з попередніх досліджень обрано модель турбулентності $k-\omega$ яка добре описує стан потоку при стаціонарному розрахунку [4]. Наступною моделлю використано SAS SST модель, що дозволяє зараховувати різні аспекти та може адаптуватися під різні задачі в залежності від місця обрахунку, використовуючи ту чи іншу модель пов'язану рівнянням переносу.

Оскільки процес розрахунку змінює характер течії, то логічним твердженням буде що змінюється і акустичні показники даної моделі. Через, що додатковим етапом має бути порівняння акустичних показників при різних методах розрахунку.

Для моделювання процесу використовувались наступні вхідні дані:

тиск навколишнього середовища $P=103323$ Па;

температура навколишнього середовища $T=283,15$ К;

частота обертання ротора вентилятора: 2202,2 об/хв.

Інші параметри, такі як витрата газу через контури, перепад тисків та температур занесені до таблиці 1.

Отримані дані від розрахунку, для зручності їхнього порівняння з експериментом також заносяться до таблиці 1

Таблиця 1

Параметр	Експериментальні дані	Математична модель заснована на густині	Відносне відхилення моделі заснованої на густині	Математична модель заснованої на тиску	Відносне відхилення моделі заснованої на тиску
$P_{\text{вент}}$ об/хв	2202,00	2202,00	0,00%	2202	0,00%
$G_{\text{конт1}}$ КГ/С	391,83	375,75	-4,10%	421,2	7,50%
$G_{\text{конт2}}$ КГ/С	58,49	56,73	-3,00%	60,03	2,63%
$P_{1\text{конт}}$ Па	119200	113474	-4,80%	113137	-5,09%
$P_{2\text{конт}}$ Па	113700	111375	-2,04%	110345	-2,95%
$T_{1\text{конт}}$ К	305,00	298,08	-2,27%	295,88	-2,99%
$T_{2\text{конт}}$ К	296,10	294,81	-0,44%	292,99	-1,05%

З даної таблиці перший стаціонарний розрахунок для моделі заснованої на густині має менше відхилення від експерименту, ніж рівняння засноване на тиску. Однак процес розрахунку при високошвидкісному потоці має проблеми

пов'язані з за критичними температурами в точках збудження, через що виникає необхідність в візуальному контролі цих двох моделей.

В задачі з балансом густини яскраво виражені перепади температури як вздовж каналу (рис. 2), так і на виході з контурів. І розподілення в температури відбувається не пропорційно, а стрибкоподібно, з максимумом на периферії і мінімумом у центрі. В алгоритмі з тиском, розподіл відбувається більш плавно, що говорить, про краще описання процесу.

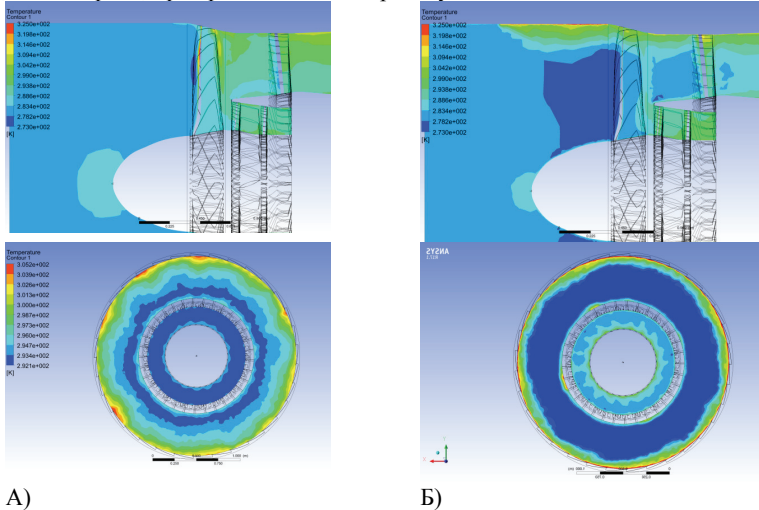


Рис. 2. Розподіл температури вздовж каналу та на виході з контурів при А) балансу тиску Б) балансу густини

На рис. 3 помітно, що розподіл тиску в методі заснованому на рівняннях густини має нестабільний та різкий характер в порівнянні з методом заснованому на тиску.

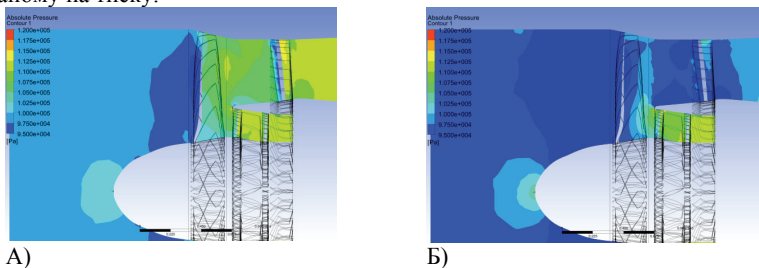


Рис. 3. Розподіл тиску вздовж каналу при А) балансу тиску Б) балансу густини

На рис. 4 наведено розподіл чисел Рейнольдса вздовж каналу та на виході з контурів при балансу тиску та балансу густини. В даному випадку саме метод заснований на рівняннях тиску краще описує протікання газу в каналі.

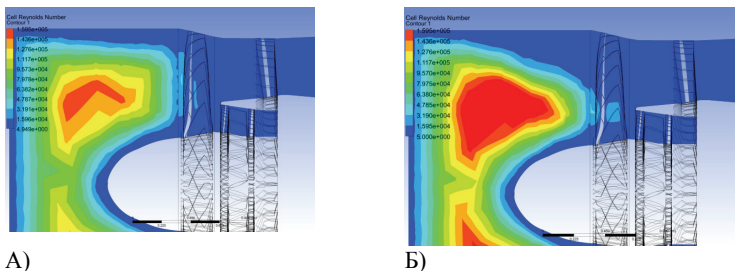


Рис. 4. Розподіл чисел Рейнольдса вздовж каналу та на виході з контурів при А) балансу тиску Б) балансу густини

Помітно, що акустичні характеристики відрізняються особливо на виході з контурів (рис. 5). Однак на вході в вентилятор, при методі заснованому на рівняннях густини, не помітно яскраво вираженого джерела шуму, та це компенсується площею де утворюється збурення потоку.

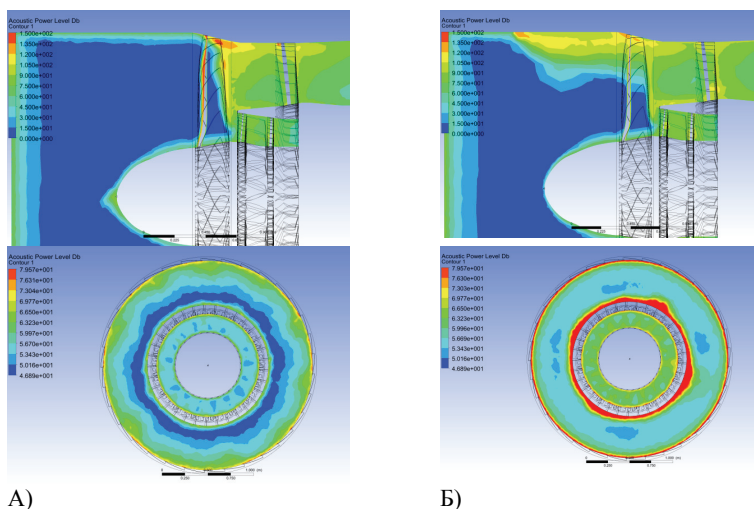


Рис. 5. Розподіл акустичного тиску вздовж каналу та на виході з контурів при А) балансу тиску Б) балансу густини

Висновок

При порівнянні результатів розрахунків, що отримані з використанням двох моделей в чисельному та в візуальному плані можна зробити висновок, що: проведення розрахунку математичної моделі вентилятора ТРДД краще здійснювати за допомогою рівнянь тиску, навіть не зважаючи на більшу похибку при стаціонарному розрахунку. Оскільки характер течії в моделі з рівняннями густини мають яскраво виражені перепади як тиску, так і температур. Це пов'язано з тим, що даний метод застосовується для звукових та надзвукових течій і розрахунок дозвукових, та близько звукових

швидкостей має власні недоліки. Не зважаючи на те, що чисельні значення мають кращу відповідність (це пов'язано з більшою точністю розрахунку в порівнянні з методом заснованим на рівняннях тиску), даний метод має ряд недоліків, що пов'язані з невідповідністю розмірів розрахункової сітки, через що виникають ускладнення в вигляді локальних стрибків температури та тиску, що призводить до деформації характеру течії.

Тому для подальших досліджень доцільно використовувати метод заснований на рівняннях тиску. Оскільки при збільшенні кількості ітерацій він дає результати, що відповідають експериментальним.

Список літератури

1. Халецкий Ю.Д. ИКАО: новый стандарт на шум самолетов гражданской авиации [Текст] / Ю.Д. Халецкий // Двигатель. Научно-технический журнал. 2014. - №2 (92) – С. 8-11.
2. Халецкий, Ю.Д. Экологические проблемы авиации [Текст] / Ю.Д. Халецкий. – М. : ТОРУС ПРЕСС, 2010. – 504 с.
3. Documentation for ANSYS ICEM CFD 14.0 [Електронний ресурс] / ANSYS Inc. - 2011.- Режим доступу: http://www.academia.edu/3196227/ANSYS_ICEM_CFD_14_Tutorial_Manual.
4. Кисляк М.І. Визначення раціональної моделі турбулентності для отримання характеристик ступені вентилятора осьового компресора газотурбінного двигуна з використанням програмного комплексу ANSYS [Текст] / М.І. Кисляк, В.В. Комаров, М.М. Мітрахович / Технологические системы. – 2015. – №3 (72). – С. 62–67 – Библиогр.: с. 67. – ISSN 2074-0603.

основного потоку (p_1^* , T_1^*), струменя, що вдувається (p_2^* , T_2^*) і початкового кута α_0 їхнього зіткнення здійснюється оцінка необхідної витрати газу на вдування для зміни $F_{кр}$ сопла. Складність одержання цієї залежності полягає в тому, що в процесі взаємодії основного потоку G_1 й струменя, що вдувається G_2 в обмеженому каналі відбувається зміна їхньої кількості руху. Одержання аналітичної залежності виконувалося при наступних припущеннях [1,4,6,7,8]:

- для звужуваного сопла із вдувом на зрізі область застійної зони з'єднується з навколишнім середовищем з тиском p_n ;
- на активній ділянці взаємодії потоків відсутні змішування, втрати й теплообмін (активна ділянка вважається від моменту зіткнення струменя, що вдувається, з основним потоком до критичного перетину останнього, тобто до того перетину, у якому взаємодіючі потоки паралельні осі сопла);
- на активній ділянці взаємодії потоків змінюється проекція кількості руху струменя, що вдувається.

Для одержання аналітичної залежності виділимо у струменя, що вдувається, кільцевий елемент (рис. 1) і розглянемо сили, що діють на нього. Для виділеного елемента запишемо рівняння рівноваги сил у напрямку осі Ox

$$2\pi r(p_1 - p_2) \sin \alpha dl = dz_x, \quad (1)$$

Тут: $dz_x = 2\pi r a \rho_2 \frac{c_2^2}{R'} dl \sin \alpha$ - відцентрова сила; ρ_2 - поточна густина струменя, що вдувається; a - поточна ширина струменя, що вдувається; R' - поточний радіус кривизни струменя, що вдувається.

Якщо виразити витрату струменя, що вдувається, через $G_2 = 2\pi r a \rho_2 c_2$, поточний тиск p_c в основному потоці через безрозмірну

швидкість λ_1 , а також $\frac{1}{R'} = \frac{d\alpha}{dl}$ та $dl \sin \alpha = dr$ і підставити їхнє значення в рівняння (1), то одержимо

$$2\pi r \left[p_1^* \left(1 - \frac{k_1 - 1}{k_1 + 1} \lambda_1^2 \right)^{\frac{k_1}{k_1 - 1}} - p_c \right] r dr = G_2 c_2 \sin \alpha d\alpha. \quad (2)$$

З рівняння витрати для основного потоку визначається поточний радіус

$$r^2 = \frac{G_1}{\pi p_1^*} \sqrt{\frac{k_1 + 1}{2k_1}} R_1 T_1^* \lambda_1^{-1} \left(1 - \frac{k_1 - 1}{k_1 + 1} \lambda_1^2 \right)^{-\frac{k_1}{k_1 - 1}}. \quad (3)$$

З використанням (2) у рівнянні (3) змінні розділяються. Інтегруючи ліву частину рівняння (2) по λ_1 у межах від геометричного критичного перетину λ_{c_2} сопла до $\lambda_{кр}$, тобто до поточного критичного перетину в основному потоці, коли струмінь, що вдувається, буде паралельний осі сопла, а праву його

частину по α у межах від α_1 до $\alpha=0$ і підставляючи межі з урахуванням

$$\tau = 1 - \frac{k_1 - 1}{k_1 + 1} \lambda^2 \text{ знаходимо}$$

$$\frac{G_2}{G_1} = \sqrt{\frac{k_1 + 1}{2k_1}} R_1 T_1^* \frac{1}{c_2} \frac{1}{1 - \cos \alpha_0} \times \left[\frac{\tau_z}{\lambda_z} - \frac{\tau_{kp}}{\lambda_{kp}} + \frac{2k_1}{k_1 + 1} (\lambda_z - \lambda_{kp}) - \frac{p_c}{p_1^*} \left(\frac{\tau_z}{\lambda_z} \frac{1}{k_1 - 1} - \frac{\tau_{kp}}{\lambda_{kp}} \frac{1}{k_1 - 1} \right) \right]. \quad (4)$$

Вираз (4) придатний для визначення $\frac{G_2}{G_1}$ як для сопел Лавалю, так і для

звужуваних сопел при початковому куті вдуву (від $\alpha_0=0$ до $\alpha_0=\pi$) причому $\alpha_0=0$, якщо струмінь, що вдувається, спрямований за течією основного потоку, а $\alpha_0=\pi$, коли він спрямований проти течії. У випадку вдуву газу на зрізі звужуваного сопла $p_c=p_H$.

Якщо використати газодинамічну функцію витрати для критичного перетину $q_1(\lambda_z)$, а також замість c_2 і $\lambda_{kp}=1$ підставити їхні значення в (4), то після перетворення одержимо

$$\frac{G_2}{G_1} = \sqrt{\frac{(k_1 + 1)(k_2 - 1)}{4k_1 k_2 R_2 T_2^*}} R_1 T_1^* \frac{1}{1 - \cos \alpha_0} \left[1 - \frac{2}{k_2 + 1} \left(\frac{p_1^*}{p_2^*} \right)^{\frac{k_2 - 1}{k_2}} \right]^{-\frac{1}{2}} \times \left[\lambda_z^{-1} (1 - \lambda_z)^2 - p_c \left(\frac{k_1 + 1}{2} \right)^{\frac{1}{k_1 - 1}} \left(\frac{1}{q_1(\lambda_z)} - 1 \right) \right] \quad (5)$$

Тут індексом 1 відзначені параметри основного потоку, а індексом 2 - струменя, що вдувається.

Залежність (5) придатна для визначення відношення $\frac{G_2}{G_1}$ при подачі

струменя, що вдувається, на регулювання від стороннього джерела. На потрібну відносну витрату при зміні F_{kp} впливають повні параметри основного потоку й струменя, що вдувається, початковий кут вдуву α_0 і тиск p_c в області застійної зони. Зміна F_{kp} визначається газодинамічною функцією в геометричному критичному перетині сопла $q_1(\lambda_z)$.

Висновки

Викладений вище аналітичний метод дослідження може бути основою для розрахунку параметрів РРД з регулюванням тяги.

У струмені зі вдувом відбувається зниження довжини ядра постійної швидкості й деяке збільшення товщини зони змішування в порівнянні з випадком вільного витікання. Розподіл середніх швидкостей у зоні змішування струменя зі вдувом, так само як і у вільному струмені, при цьому практично підкоряється універсальному закону розподілу середніх швидкостей.

На підставі узагальнення результатів досліджень отримано рекомендації щодо ефективності та економічності застосування газодинамічних методів впливу на течію в реактивному соплі РРД.

Список літератури

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович. – М.: Наука, 1969. – 118с.
2. Гиневский А.С. Теория турбулентных струй и следов / А.С. Гиневский. – М.: Машиностроение, 1969. – 400с.
3. Чжен П. Управление отрывом потока / П.Чжен. Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 552 с.
4. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. Пер. с англ. – М.: Наука, 1969. – 717с.
5. Гиневский А.С. Экспериментальное исследование осесимметричной струи в диффузорном и конфузорном спутном потоке / А.С.Гиневский, К.А. Почкина // Промышленная аэродинамика. Вып.30. – М.: Машиностроение . 1973. –с. 150-156.
6. Акатнов Н.И. Распространение плоской турбулентной струи вдоль твердой гладкой и шероховатой поверхностей / Н.И. Акатнов // Изв. АН СССР. Отделение техн.наук. Механика и машиностроение. N 1. – 1960. – с.27-33.
7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1973. – 846 с.
8. Хинце И.О. Турбулентность/ И.О. Хинце. – М.: Физматгиз, 1963. – 325 с.

*М.С. Кулик д.т.н., К.І. Капітанчук, к.т.н.,
П.І. Греков, к.т.н., М.І. Кінащук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Дослідження руху газу в місцях повороту потоку

Представлено дослідження течії газу в місцях повороту потоку в технологічних схемах промислових та енергетичних машин

У промислових, енергетичних та багатьох інших машинах трапляється велика кількість різноманітних поворотів потоку рідини або газу. Теоретичному та експериментальному дослідженню руху рідини в місцях повороту потоку присвячено багато робіт і окремих монографій [1].

З аналізу фізичної картини течії потоку на повороті випливає, що втрати в коліні складаються із втрат: на тертя, формування парних вихорів і втрат, через наявність місцевого відривання потоку. Останні мають найбільшу відносну величину, а втрати на тертя складають найменшу частку від загальних втрат.

Отже, для зменшення втрат у коліні передусім потрібно усувати місцеві аеродинамічні дифузори, які часто призводять до місцевих відривань потоку. Далі необхідно зменшувати інтенсивність вторинних струменів, що утворюють парні вихори, і тільки після цього піклуватися про зменшення сил тертя.

Колінами називають фасонні частини патрубків, патрубків з вигином потоку в потрібному напрямку. Їх форма характеризується:

- діаметром D поперечного перерізу круглого коліна або сторонами прямокутного перерізу h та b ;
- кутом повороту – α ;
- кількістю внутрішніх діаметрів труби – n ;
- радіусом закруглення коліна R , відлічуваним уздовж вигину труби

$R_k = nD$ при круглому перерізі її або через ширину прямокутного каналу

$$R_k = nb.$$

Коліно вихідних патрубків складається з ряду з'єднаних фальцами ланок. Додатковою характеристикою коліна є кількість ланок (сегментів), яка характеризує плавність вигину при даних величинах кута повороту та R_k .

Наявність зон вихороутворення є однією з причин зменшення запасу енергії потоку. Утворення вихорових областей біля зовнішньої та внутрішньої стінок коліна супроводжується деформацією поля швидкостей поля.

На рис. 1 зображено три типи поворотних колін і позначено внутрішній r_b , зовнішній r_a та середній r_{cp} радіуси кривизни.

Відомо, що під час руху рідини вздовж криволінійного каналу швидкості часток рідини зменшуються при збільшенні радіуса кривизни. Тому тиск біля внутрішньої стінки є меншим за величину тиску біля зовнішньої стінки.

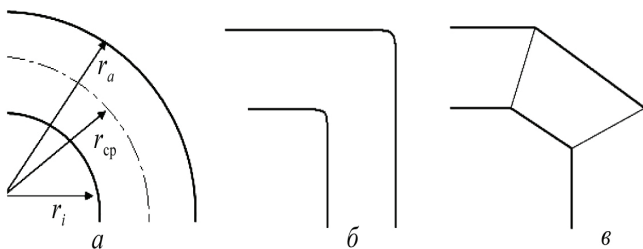


Рис. 1. Типи колін: а – криволінійне; б – прямокутне; в – ламане

На вхідній ділянці відбувається зменшення величин швидкостей руху струменів потоку, які притискуються до зовнішньої стінки, і прискорення струменів уздовж внутрішньої стінки коліна. На вихідній ділянці коліна спостерігаються зворотні явища. Відбудова реального руху потоку в коліні в розрахунках ускладнюється закручуванням його в парний вихор. Поряд із основним поступальним рухом потік у коліні закручується, в результаті додавання цих рухів лінії струму утворюють гвинтоподібну форму.

Розглянемо причини закручування потоку в коліні. Для цього розсічемо коліно площиною симетрії на дві частини. Будемо розглядати ліву половину торцевого перерізу.

Під час повороту потоку в коліні утворюються відцентрові сили, величина яких, як відомо, пропорційна квадрату швидкості. Величина швидкості v_2 у центральній частині ядра потоку більша за величину швидкості потоку, що рухається до бічної стінки v_1 . Отже, величина відцентрової сили, що відображена праворуч від точки «0», буде більшою за величину відцентрової сили, що відображена ліворуч від цієї точки.

Під впливом різниці сил виникає момент відцентрових сил M_c відносно точки «0», що спричинює обертальний рух потоку. Така сама картина спостерігається і у правій симетричній частині перерізу. В результаті цього, в коліні утворюється парний вихор, для створення якого витрачається частина енергії потоку. Обертання потоку, викликане коліном, триває також на прямій ділянці труби за коліном, гальмується дуже повільно і зникає на великій відстані, що досягає $80 D$.

Таким чином, реальна картина руху потоку рідини в коліні дуже складна: вона характеризується одночасною наявністю двох вихрових областей і закручуванням потоку в парний вихор, як це показано на загальній схемі потоку (рис. 2).

Із наведеної схеми видно, що втрати тиску в коліні викликаються не вигином потоку, а складними явищами вихороутворення. Основною причиною утворення вихрових областей біля зовнішньої та внутрішньої стінок коліна є поля швидкостей. Виникнення парного вихору обумовлює відносно менші втрати тиску. Величина коефіцієнта опору колін не враховує втрати тиску на тертя, отже, під час визначення суми втрат тиску на будь-якій ділянці коліна необхідно до втрат її прямолінійної частини додати втрати скривленої ділянки, що входить до її складу.

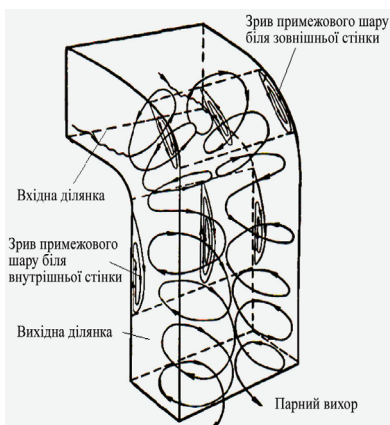


Рис. 2. Схема виникнення парного вихору в зоні повороту потоку

При $Re \geq 10^5$ зміна величини коефіцієнта опору колін настільки незначна, що для розрахунку вихлопних систем її можна вважати незалежною від числа Re , що підтверджено численними результатами експериментів дослідників [2-3],

З огляду на незначну величину відносної шорсткості патрубків можна орієнтуватися на величину коефіцієнта опору колін для гладких колін. Коефіцієнт опору колін із круглими та квадратними поперечними перерізами підвищується у разі збільшення кількості чинників, що підсилюють інтенсивність вихороутворення, тобто при збільшенні кута повороту потоку та зменшенні радіуса закруглення коліна R_k .

Опір колін із гострими крайками $R_k = 0$ досить великий, а втрати спричиняють зменшення тиску, величина якого дорівнює динамічному тиску. Отже, такі коліна використовують інколи і з невеликими кутами повороту.

Дослідження опору колін з радіусом закруглення коліна $R_k = nD$, де $n \geq 1$, вказує на те, що інтенсивність вихороутворення в коліні після $\alpha = 60 \dots 70^\circ$ зростає з явним уповільненням.

Струмені потоку немовби вже придбали необхідний для повороту характер руху, тому при подальшому його повороті не відбуваються вже настільки значні зміни, які спостерігалися під час повороту з відносно малими кутами. У разі збільшення радіуса закруглення R_k / D інтенсивність вихороутворення неминуче повинна зменшитися. При нескінченно великому відношенні R_k / D коліно завертається в пряму трубу, отже, величина вихрових втрат прагне до нуля.

Ускладнювати та збільшувати вартість вентиляційно-вихлопної мережі, збільшуючи радіуси закруглень колін більше ніж на $(2,0 \dots 2,5) D$ не бажано, тому що це майже не впливає на істотне зменшення величини коефіцієнта опору колін.

Збільшення величини n до $n = 5 \dots 8$ є доцільним лише для установок пневматичного транспорту.

Аналіз результатів ряду досліджень коефіцієнта опору коліна приводить до такого загального виразу:

$$\xi_{\text{кл}} = 0,008\alpha^{0,75} / n^{0,6} \quad (1)$$

Вираз (1) точно підтверджує результати безпосередніх вимірів для поширених радіусів закруглень у діапазоні $n = 1 \dots 8$ і $\alpha = 20 \dots 180^\circ$. Він дає можливість розрахувати і виготовляти коліна, що мають кут $15 \dots 18^\circ$. Тобто для коліна з $\alpha = 20^\circ$ необхідно мати 5...6 ланок. Збільшувати кількості дрібних ланок не слід, тому що це не впливає на величину коефіцієнта опору коліна.

На рис. 3 та 4 наведено результати розрахунку коефіцієнта опору від радіуса округлення коліна та кута повороту потоку з метою коригування вихідних даних для розрахунку течії газу в дозвуковому газовому ежекторі.

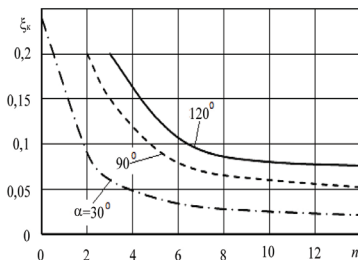


Рис. 3. Залежність коефіцієнта опору від радіуса округлення коліна

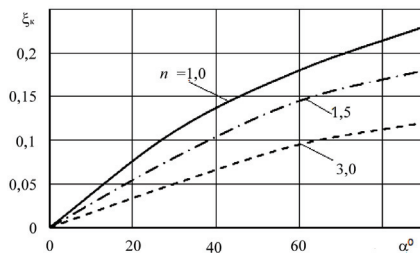


Рис. 4. Залежність коефіцієнта опору від радіуса округлення колін

Вираз (1) можна застосовувати також для розрахунку течії газу в колінах із квадратним поперечним перерізом. Для колін прямокутного перерізу в отриманий результат потрібно внести виправлення, зумовлені відношенням однієї сторони поперечного перерізу h до іншої сторони b .

Висновки

За результатами розрахунку було отримано залежності коефіцієнта опору від радіуса округлення колін та коефіцієнта опору від радіуса округлення колін. Дослідження показали, що поворотні патрубки вихлопних пристроїв з переходом форми поперечного перерізу з круглої в плоску мають незначні втрати енергії.

Список літератури

1. Дозвукові газові ежектори екранно-вихлопних пристроїв ГТД : монографія / М. С. Кулик, М. І. Архіпов, П. І. Греков та ін.; за ред. проф. М. С. Кулика. – К. : НАУ, 2014. – 120 с.
2. Аркадов Ю.К. Новые газовые ежекторы и эжекционные процессы. – М.: Физматлит, 2001. – 334 с.
3. Пат. UA 85073 U, МПК F16L 43/00. Спосіб організації робочого процесу в коліні трубопроводу. Пат. UA 85073 U, МПК F16L 43/00 / D.S.Wise (США); McGraw-Hill Inc. - № u 2013 05747; Заявл. 07.05.2013; Опубл. 11.11.2013; Бюл. №21. НКИ 355/68. - 11 с.

*Р.О. Билоус, преподаватель (Кировоградская лётная академия
НАУ, кафедра АТ, Украина, г. Кировоград)*

*В.С. Босый, курсант (Кировоградская лётная академия
НАУ, кафедра АТ, Украина, г. Кировоград)*

Модернизация воздушных судов

Предполагаемые перспективы развития авиации с внедрением новейших источников энергии в качестве основной системы питания ВС.

Цель внедрения новой энергетической системы

В настоящее время авиация (воздушные судна) используют энергетические системы на основе аккумуляторных батарей и работы двигателей, генерирующих электрическую энергию. Они являются объёмными и занимают много полезного места, так же они тяжелы и в некоторых случаях требуют наземного питания для производства запуска СУ. Поэтому, сейчас, на первое место выходит вопрос о внедрении новой энергетической системы, которая сможет заменить имеющиеся по всем характеристикам и критериям.

На наш взгляд, перспективной является новейшая система, которая основана на применении ядерных реакций холодного синтеза. Эта система является перспективной разработкой в области энергетики и ядерной химии. Она не приносит никакого вреда, несмотря на то, что в ней происходят химические реакции, которые и дают необходимую энергию. Так же положительным плюсом такой системы есть то, что кроме электрической энергии установка сможет выдавать и тепловую энергию. С их помощью появляется возможность усовершенствования ВС, как в экономическом, так и в техническом плане. Её применение в авиации, позволит выполнять полеты на более безопасном уровне, так как работа реактора может, продолжаться длительный период с большим КПД, что приведет к увеличению продолжительности полетов. К тому же, она может служить и резервной системой питания, что немало важно, обслуживание будет менее длительным и в конечном итоге, авиация выйдет на новый уровень развития. Так как такой вид энергии не применялся в авиационной нише в мире, это дает нам возможность стать первыми в истории кто это смог сделать. Если нам удастся убедить пилотов в необходимости установки такого устройства на борту самолетов, то при помощи конструкторов появится возможность произвести все необходимые расчеты и тестирования с дальнейшей установкой на ВС.

Замена отдельных элементов гидравлической системы

Гидравлическая система предназначена для управления системами и механизмами, определяющими безопасность полета. Гидравлическая система состоит из большого количества агрегатов и трубопроводов, которые управляют большим количеством механизмов. Она должна быть надежна, обладать большой живучестью и долговечностью. Основными недостатками гидравлических систем является сравнительно большая масса агрегатов,

трубопроводов и рабочего тела, а так же зависимость работы агрегатов от окружающей температуры. [1]

Все уже привыкли использовать гидравлическую систему и являются противниками применения более новых и современных методов управления. Но для развития авиации и увеличения надежности полета, что является наиболее важным, следует использовать новые технологии. Если мы хотим внедрить новую энергетическую систему, то почему бы нам не использовать ее по полной? Гидравлическая система оснащена основной, резервной и аварийной системами, в которые входят большие количества агрегатов, механизмов, приводов и т.д. Все они направлены на достижения определенных целей, но для их достижения они выполняют необходимую работу, т.е. определенный процесс, который связан с использованием электрической энергии. Использование энергии механизмами необходимо для создания необходимого количества давления в системе, что бы выполнить заданные функции. Каждая из систем имеет свой основной насос (НП148Н), насосную станцию (НС148Н), гидроаккумулятор которые питаются электричеством, что бы с помощью механической энергии перемещать механизмы. Они все, так или иначе, связаны с электричеством, которое при внедрении новой энергетической системы они смогут получать в предостаточном объеме. [2]

Используя новую ЭС, можно будет заменить некоторые агрегаты на более мощные, менее габаритные и даже возможно перейти на полностью электрическую систему управления механизмами. При внедрении такой замены тяг на электрические проводники мы откажемся от гидравлической жидкости, которая для авиационных техников несет вред при контакте с ней, сможем уменьшить время на ТО, так как не нужно будет осматривать тяги, потеки, натяжение и т.п. Всему этому сможет помочь реактор Росси. Такой реактор сможет выдать необходимое количество электричества для того что бы привести в действие агрегаты и привода. На некоторых типах ВС такая модернизация даст им возможность продлить и повысить уровень своего жизненного цикла. А следствием из этого будет приятная экономическая составляющая, которая будет основанием улучшения не только для авиакомпании, но и для всей авиации.

Что же касается точки зрения со стороны ТО, то при производстве замены гидравлической системы на электрическую, период обслуживания данной цепи сократится в несколько раз, так как авиатехнику не понадобится осматривать тяги на повреждения, натяжения, выработки и т.д. К тому же после перехода на электрическое управление, обслуживание сможет осуществлять техник АиРЭО это приведет к тому, что авиационному предприятию не нужно будет большое количество персонала, а это экономия в финансовом аспекте.

Использования новой энергетической системы в качестве основного источника запуска

В большинстве случаев на самолётах гражданской авиации применяются несколько систем запуска, а именно:

- запуск двигателя от аэродромной электрической установки;

- запуск двигателя от турбогенераторной установки;
- запуск двигателя от ВСУ;

Все они имеют свой, особенный, запуск АД. Но, так или иначе, им необходимо большое количество энергии для запуска АД. Для этого на ВС установлены генераторы которые выдают необходимую энергию, преобразовывая её от того или иного источника. [3]

Но что если использовать новый источник энергии? На данный момент в мире разработали и уже начали производить источники электрической энергии при помощи генератора Росси. Этот генератор представляет собой небольшую установку, которая очень компактная, имеет относительно небольшой вес, защищённый корпус, малые габариты и высокий КПД. Этот генератор эффективно будет разместить на ВС и использовать его энергию для запуска СУ и питания всех электроприборов, как при запуске, так и использовать резервным в полете. При таком внедрении ВС смогут, наконец то отказаться от наземных источников питания, что сократит время на обслуживание и к тому же уменьшит экономические расходы на содержания АПА и ГСМ для них, стать независимыми от постоянного поиска электрической энергии.

Предварительно предполагаемая мощность такой установки будет колебаться в районе 5кВт (и выше). При ее использовании мы сможем выиграть не только в плане электрической энергии, но и в весе, так как сможем отказаться от аккумуляторных батарей возможно не в полной мере, но в их большем количестве. Реактор является автономной установкой которая сможет работать не потребляя дополнительной электрической энергии, кроме запуска, так как для запуска ему понадобится небольшое электричество которое он сможет взять как от своего аккумулятора, так и от бортового.

Запуск самого реактора будет происходить от пульта управления который можно будет вывести на панель управления и будет занимать не длительный период, в течении нескольких минут для полного запуска химических реакций в нем. После реактор будет готов для выдачи напряжения на запуск двигателя или вспомогательной установки. Выключение реактора, так же будет не сложным процессом ведь, для его отключения будет достаточно прервать цепную реакцию в нем, исключив один из атомов в цепи, это будет происходить механически нажатием на определенную команду.

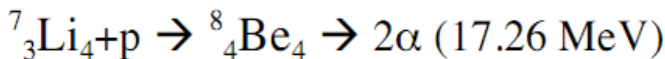
Если кратко описать реактор E-Cat, то можно сказать следующее: он состоит из керамической трубки, выполненной из оксида алюминия, диаметром 2 см и длиной 20 см, закрытой с двух сторон пробками из того же материала диаметром 4 см и длиной 4 см. В керамической трубке встроен нагреватель из инконелевой проволоки, запитанной от трёхфазного регулятора с номинальной мощностью 360Вт. В качестве топлива внутри керамической трубки реактора Росси находился 1 грамм порошка никеля с добавкой алюмогидрида лития Li [Al H₄], в котором содержалось 0,011 граммов изотопа Li-7. После работы в непрерывном режиме в течение 32 дней на мощности свыше 2 кВт было выработано 5800 МДж (1620 кВт*часов) избыточного тепла. При этом измерения изотопного состава по Li-7 до и после эксперимента показали, что его относительная доля снизилась с 91,4% (до теста) до 7,9% (доля Li-6 возросла,

соответственно, с 8,6% до 92,1%). Таким образом, за 32 дня выгорело 0,0092 грамм Li-7.

Как же объяснить генерацию столь большого количества энергии от 1 грамма топливного порошка? В интервью Андреа Росси, которое он дал профессорам, было заявлено: «Моя теория заключается в том, что протон из атома водорода входит с квантовым туннельным эффектом в ядро Li-7 (т.е., ядро лития с атомным весом 7), образуя ядро Be-8 (т.е. ядро бериллия с атомным весом 8), которое затем распадается в течение нескольких секунд на две альфа-частицы (ядра гелия), что сопровождается выходом значительного количества ядерной энергии».

Изменение изотопного состава лития согласуется с нашим пониманием процесса, хотя сдвиг изотопного состава никеля не имеет хорошего объяснения. Более подробный анализ ведётся. Мы предполагаем, что реакции для никеля и лития объясняются в статье Кука-Росси.

Поэтому, в соответствии с пониманием процесса самим автором, изготовившим как минимум сотни модификаций работающих реакторов E-Cat, в качестве расходного топлива при производстве энергии можно принять именно изотоп Li-7, благо, что в природном литии он составляет 92,5%, а остальные 7,5% приходится на другой стабильный изотоп – Li-6. Ниже приведены простые расчетные оценки (любой может повторить и проверить), по которым можно оценить место реакторов Росси E-Cat в современной ядерной энергетике. Итак, при захвате изотопом Li-7 протона и распаде на две альфа частицы должно выделяться 17,3 МэВ энергии:



Так как по изменению изотопного состава мы знаем, сколько грамм Li-7 прореагировало, легко найти выделившуюся от этой реакции энергию, которая составляет 2188 мДж или 0,608 мВт/ч. Однако, зафиксированное количество избыточной энергии составило ~1,5 мВт/ч, что как минимум, в два раза выше, чем при сжигании Li-7. Экспериментаторы предполагают, что дополнительная энергия выделилась в других ядерных реакциях с генерируемыми альфа-частицами, что привело к существенному изменению изотопного состава отработавшего топлива.[4]

Стоимость

Так же оценим топливную составляющую цены производства энергии для реактора. Стоимость алюмогидрида лития составляет ~9400 грн., килограмм, а стоимость никелевого порошка ~1175 грн., тогда стоимость смеси топливного порошка составит ~2000 грн./кг. Если произвести примерные подсчеты необходимого количества порошка на год использования, то можно получить следующие данные:

- 1грамма порошка хватает для работы реактора приблизительно на 30 дней, в году 365, на год нам понадобится около 12 грамм;
- стоимость порошка на год (12 грамм) составит 24 грн.;

Что касается стоимости самой установки, то на этот вопрос еще нет остаточной информации, так как данная автономная установка еще находится в доработках. Поэтому стоимостной вопрос может варьироваться в зависимости от того на сколько эффективно, в каком размере и какими партиями или количеством будет выпускаться данная продукция. Так же немаловажным в стоимости будет играть мощность установки, чем больше мощность, тем соответственно дороже установка.

Вывод:

Со всего выше перечисленного можно сделать следующий вывод: внедрение новой электрической системы в авиастроение является очень перспективной, надежной и экономичной! Авиакомпании при переходе на такой вид энергии для ВС сэкономят не только на ГСМ, количестве обслуживающего персонала, но и так же выиграет в сокращении времени на ТО.

Список литературы

1. Интернет ресурс: polet-info.narod.ru/Docs/AOM/Hydraulic_System.pdf
2. Интернетресурс: avionics.nau.edu.ua/files/doc/T.1.%20Общие%20сведен.doc
3. Интернет ресурс: <http://www.airwar.ru/other/article/engines.html>
4. Интернет ресурс: <http://econet.ru/articles/85075-reaktory-andrea-rossi-e-cat-na-izotope-li-7-kak-alternativa-sovremennoy-yadernoy-energetike>

*Р.О. Билоус, преподаватель, А.А. Гавриков, курсант
(Кировоградская лётная академия НАУ, Украина)*

Перспектива авиационных двигателей

В данном докладе рассматривается электродвигатель в качестве основной силовой установки для самолёта. Сравнивается с ТРД по некоторым параметрам, отвечающим за безопасность, экономичность и практичность. Приведены примеры использования аналогичных силовых установок в мировой практике.

Авиационная отрасль относится к базовым, стратегически важным секторам экономики Украины. Сегодня имеющийся потенциал используется недостаточно, а сама авиационная отрасль находится под влиянием растущих проявлений системного кризиса. Касается это практически всех важнейших составляющих авиационной отрасли: авиастроения, авиационных перевозок, транспортной инфраструктуры. Поэтому анализ причин сложившейся ситуации и выработка научно обоснованных предложений относительно возможного ее улучшения видятся достаточно актуальными. [1]

На данный момент в Украине летают преимущественно самолёты на реактивной тяге. Лидером среди количества бортов является авиакомпания МАУ. В компании 32 самолёта регулярно выполняющие рейсы. Компания располагает несколькими модификациями Боинга 737. На примере Боинга 737-900 рассчитаем стоимость топлива. С вместимостью топливных баков 26022 литров и ценой керосина ТС-1 ~18-28 грн. за 1 литр, полная заправка судна примерно составит 468396 грн. Помимо колоссальных расходов, ТРД во время полёта выбрасывают в воздух большое количество CO₂, что пагубно влияет на атмосферу и экологию земли в целом.[2]

Помимо больших затрат на топливо, ТРД дорого обходятся в обслуживании. Двигатели состоят с большого количества деталей. Учитывая иностранное происхождение силовых установок, каждая деталь, которая подлежит замене, будет обходиться всё дороже, учитывая непрерывный рост иностранной валюты.

Помимо дороговизны обслуживания стоит так же отметить, что на обслуживание ТРД уходит много времени. Это вытекает с того факта, что для безопасной и безотказной работы ТРД необходим ряд систем, поддерживающий условия работы двигателя на безопасном уровне, для которых нужно много квалифицированных работников. Данные системы (масляная, гидравлическая, противопожарная, и тд.) так же имеют ряд узлов, которые нуждаются в обслуживании, на что также уходят средства и время.

Как мы знаем, время для авиакомпании особо ценное, каждый простой воздушного судна влечёт за собой финансовые потери. Что бы избежать больших потерь и получать больше выгоды стоит задуматься о переходе на альтернативные виды силовых установок способных конкурировать с ТРД при меньших затратах на топливо, обслуживание и эксплуатацию.

Исходя из этого, альтернативой может быть использование электродвигателей как основных силовых установок. Электродвигатели ассоциируются с маленькой мощностью и большими, тяжёлыми батареями или сложными гибридными установками. Сегодня уже существуют разработки источников питания, не требующих гибридных установок и внешних приводов для их работы. Один из таких источников – реактор России. Для своих размеров данный реактор даёт мощность в 5 раз больше иных установок аналогичных размеров. Он безопасен, безвредный для окружающей среды. Для его работы не требуется дорогостоящий керосин или авиационный бензин.[3]

Что же касается силовой установки, электродвигатели сделали огромный шаг вперёд. Они уже не похожи на большие шумные машины, сейчас они маленькие, мощные, легкие и рентабельные в использовании.

На дорогах уже ездят автомобили с почти совершенными электродвигателями, по характеристикам они даже превосходят бензиновые аналоги. Одним из таких представителей является Tesla model S. Электрический мотор Tesla Model S является прямым потомком двигателя разработанного еще Николой Тесла. Бесщеточный, 4-х полюсной, 3х фазный двигатель переменного тока с жидкостным охлаждением. Он крайне небольших размеров по сравнению с двигателями внутреннего сгорания. Подобный двигатель позволяет отказаться от трансмиссии и использовать прямой привод. Мотор обеспечивает максимальную скорость автомобиля - 208 км/час (130 миль/час) на единственной передаче. Двигатель выдает 100% крутящего момента на любой скорости, очень эффективный, обладает возможностью рекуперации.[4].

Компания Siemens относительно недавно представила свою разработку электромотора для авиации. Новый тип электродвигателя, который, исходя из значений показателей его эффективности, можно назвать рекордсменом среди электрических двигателей. Трёхфазный, асинхронный двигатель переменного тока. Этот двигатель весит всего 50 килограмм, а выдаваемая им мощность составляет 260 кВт, что приблизительно в пять раз больше мощности сопоставимых по весу и габаритам обычных электродвигателей промышленного назначения. Электродвигатели промышленного назначения, имеющие сопоставимые с новым двигателем показатели мощности, обычно имеют соотношение мощности к весу на уровне 1 кВт на один килограмм. Электродвигатели, используемые в электрических и гибридных автомобилях, имеют значение этого соотношения на уровне 2 кВт на один килограмм. Соотношение веса к мощности у нового электродвигателя Siemens составляет больше 5 кВт на один килограмм, что превышает аналогичный показатель даже турбореактивных двигателей. Электродвигатель может вращаться со скоростью практически от 0 до 2.5 тысяч оборотов в минуту, что позволяет устанавливать пропеллер прямо на его вал без необходимости использования промежуточного редуктора. И один такой двигатель может без особых затруднений поднять в воздух самолет с взлетным весом до двух тонн.

Некоторые технологии, использованные в создании нового электродвигателя, были взяты от электрического привода мощностью в 60 кВт, который был установлен на экспериментальном самолете DA36 E-Star 2,

над созданием которого работали специалисты компаний Siemens, Airbus и Diamond Aircraft. [5]

Легкий 2-местный самолет DA36 E-Star оснастили топливным и электрическим двигателями, а также генератором и аккумулятором. Ранее подобная схема применялась только на автомобилях. Самолет, разработанный в тесном сотрудничестве компаниями Siemens, Diamond Aircraft и EADS, стал первым образцом, использующим так называемый серийный гибридный электрический привод.

Винт DA-36 E-Star питается от 94-сильного электромотора Siemens, который получает электроэнергию от небольшого роторно-поршневого двигателя Austro Engine AE50R с выходной мощностью 54 лошадиных сил на борту самолета и потребляет мало горючего.

Необходимую энергию для взлета предоставляет батарея от концерна EADS. В процессе полета аккумулятор осуществляет подзарядку. Такая схема позволяет сократить расход горючего на 25% по сравнению с наиболее эффективными традиционными схемами легких летательных аппаратов. К тому же электродвигатель совместно с аккумулятором позволяют значительно снизить уровень производимых самолетом шумов в районе аэродрома и уменьшить расходы на топливо. А вес всей силовой установки за счет применения данной технологии уменьшился на 100 кг. [6]

Электродвигатели так же выигрывают и в обслуживании. На них требуется меньше затрат, как времени так и финансовых. Помимо этого к преимуществам электродвигателя можно отнести:

- Лёгкая конструкция, относительно ТРД. Электромотор состоит всего с 2 частей, статор и ротор, каждая из них включает в себя комплект обмоток и магнитов (зависит от типа двигателя). Ротор состоит из вала, подшипников и сердечника. На роторе могут быть токоприёмные ламели (если имеется коллекторный узел). Статор же состоит из корпуса, и обмотки (индуктора), имеет выводы для подключения к источнику питания. В отличие от ТРД, количество деталей в разы меньше. Так же меньше узлов которые требуют постоянного внимания из-за теплонапряжённости и возможных мест повреждений, деформаций, короблений и тд.

- Охлаждение. Во время работы электромотора выделение тепла значительно меньше чем в ТРД. Это означает, что система охлаждения будет значительно меньше, то есть освобождается пространство под другие, необходимые агрегаты. Помимо этого нужно будет меньше воздухозаборников, что положительно скажется на аэродинамике ВС.

- Замена деталей. Детали на электромотор стоят дешевле и выходят из строя реже чем на ТРД. Например, в ТРД лопатки компрессора подвержены ударам птицы, абразивному износу от частичек, попадающих при взлёте/посадке, в полёте может получить удары кусками града. Электромотор в этом плане является более защищённым. Наружу (с корпуса) выходит только вал, на котором размещён винт. Таким образом, можно утверждать, что электромотор менее подвержен замене запчастей. Стоит отметить, что ресурс деталей электромотора выше, чем у ТРД.

- Количество вспомогательных систем. В сравнении с традиционным ТРД, для работы электромотора не требуются вспомогательные системы в

таком же объёме, как на ТРД. Упрощается система смазки, система управления двигателем, система топливотрегулирования, о системе охлаждения упоминалось выше, система контроля будет иметь меньше датчиков. В следствии меньшей пожароопасности электромотор будет иметь упрощённую систему пожаротушения, что так же повлечёт за собой уменьшение веса и увеличение полезного пространства.

- И главные достоинства. Экономичность и простота в обслуживании. Для обслуживания такого двигателя не понадобится команда инженеров разных областей. Будет достаточно 2-3-х человека, которые смогут обслуживать целиком весь электромотор. Помимо уменьшения персонала так же уменьшается и количество приспособлений для обслуживания, так как электромотор будет связан с другими системами меньшим количеством сочленений. Само обслуживание не требует проверки каждой лопатки, как на ТРД. Проверяется только наличие контакта и состояние ламелей коллекторного узла (если есть).[6]

Вывод:

Установка такого двигателя на самолёт значительно сократит простой самолёта во время обслуживания. Повысит его экономическую выгоду и безопасность полётов. Авиакомпаниям позволит уменьшить зависимость от нефтепродуктов. Отсутствие эмиссии позволит сохранить экологию для наших потомков. Так же не стоит забывать об истощающихся запасах нефти в нашей Земле.

Список литературы

1. Интернет ресурс: «refer.in.ua», <http://refer.in.ua/major/308/122492/>
2. Интернет ресурс: «cfts.org.ua», http://cfts.org.ua/news/podschitan_sredniy_vozrast_samoletov_ukrainskikh_aviakompaniy_infografika_30410
3. Интернет ресурс: «cablook.com», <http://www.cablook.com/extracreative/neyadernaya-energiya-ot-rossi/>
4. Интернет ресурс: «rutesla.com», <http://rutesla.com/135/dvigatel-tesla-model-s/>
5. Интернет ресурс: «dailytechinfo.org», <http://www.dailytechinfo.org/auto/6865-kompaniya-siemens-predstavlyayet-rekordno-effektivnyy-dvigatel-prednaznachennyy-dlya-elektricheskikh-samoletov.html>
6. Интернет ресурс: «luxlux.net», <http://luxlux.net/samolet-da36-e-star-nebesnyiy-elektrohod-foto-83047/>

Ю.О. Бєлоконь, к.т.н., К.В. Бєлоконь, к.т.н., О.А. Жеребцов
(Запорізька державна інженерна академія, Україна)

Розробка інтерметалідних сплавів для деталей газотурбінних двигунів

Розглянуто метод отримання інтерметалідних сплавів для деталей ГТД на основі способу саморозповсюджувального високотемпературного синтезу. Показано, що СВС-технологія дозволяє створювати γ -TiAl сплави, властивості яких є типовими для даного класу матеріалів і практично не відрізняються від властивостей деформованого матеріалу.

До числа найбільш навантажених деталей, що визначають ресурс сучасних газотурбінних двигунів, відносяться лопатки ротора турбіни і компресора. Профільна частина і хвостовик лопаток, крім розтягування і вигину від відцентрових сил, вигину та кручення від газового потоку, відчувають змінні напруги від вібраційних навантажень, амплітуда і частота яких змінюється в широких межах, а також теплові навантаження.

У конструкції сучасних двигунів є тенденція до підвищення робочих температур, що досягають на лопатках першого ступеня ротора турбіни 1200 °С. У зв'язку з підвищенням ступеня стиснення збільшуються температури на останній сходинах компресора до 600 °С, що змушує застосовувати нові жароміцні матеріали [1].

Одним з найбільш перспективних напрямків в області одержання нових композиційних матеріалів з високим рівнем взаємодоповнюючих експлуатаційних характеристик є створення інтерметалідних з'єднань на основі системи Ti-Al. Ці з'єднання в найближчому майбутньому можуть скласти серйозну конкуренцію жаростійким та корозійностійким сплавам. Висока температура плавлення низька щільність (3,8 г/см³) у порівнянні із суперсплавами (8 г/см³) висока жаростійкість і жароміцність алюмінідів титану - все це створює сприятливі перспективи для їхнього застосування в авіакосмічній техніці й енергетиці, а саме при виготовленні (газових турбін, компресорних станцій) розглядається використання сплавів системи Ti-Al як базові конструкційні матеріали для створення авіадвигунів нового покоління [2]. Заміна нікелевих сплавів у деталях, що працюють у температурному інтервалі 600-900°C на деталі з алюмінідів титану дозволить знизити вагу конструкції в 1,5-2 рази й зменшити матеріальні витрати на 20-35% [3]. Одним з нових методів для отримання інтерметалідних сплавів є технологія саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС) [4].

Мета роботи - розробка технології одержання інтерметалідних сплавів з дрібнозернистою структурою у режимі теплового самозапалювання для системи Ti-Al.

В якості вихідних матеріалів застосовували металеві порошки титану і алюмінію дисперсністю до 100 мкм. Перед змішуванням порошки просували при температурі 75-120 °С протягом трьох годин. Змішування порошків проводили в сталевих кульових млинах протягом двох годин. Співвідношення компонентів обиралось зі стехіометричних розрахунків для

отримання інтерметалідної фази γ -TiAl. Підготовлену таким чином змішану реакційну суміш зважували на електронних вагах і засипали в ректор. Для компактування початкових заготовівель використовували гідравлічний прес, що розвиває зусилля до 1,25 МН.

Процес пресування складався з двох стадій. Перша стадія - початкова, де з суміші вихідних порошків в окремій прес-формі виготовляли шихтовий брикет. Тиск пресування склав ~ 50 МПа, швидкість навантаження контролювали вручну і підтримували в діапазоні 1-5 кН/с. З метою більш рівномірного розподілу тиску пресування за об'ємом заготівлі була проведена витримка під тиском до 20 с. Щільність шихтової заготівлі після першої стадії склала 75-80%. При проведенні другої стадії брикет поміщали в реакційну прес-форму (матрицю гарячого пресування). Реакцію синтезу продукту проводили в режимі теплового самозаймання. У підігрітій заготівлі ініціювалася реакція синтезу, а по закінченню реакції синтезу проводилось доущільнення (до 0,99 щільності від теоретичної і вище). У процесі отримання заготівель були оптимізовані параметри пресування гарячих продуктів синтезу: час витримки перед початком пресування після закінчення синтезу, час витримки при максимальному тиску і зусилля пресування. По закінченню пресування проводилась ізотермічна витримка при температурі 1100 °С протягом 1,5-2 годин для регулювання співвідношенням структурних складових інтерметалідного сплаву [5].

Фізико-механічні властивості отриманого інтерметалідного сплаву γ -TiAl наведено в табл. 1. Наведені дані є типовими для даного класу матеріалів і практично не відрізняються від властивостей деформованого матеріалу. Втомна міцність СВС-литого TiAl сплаву складає (0,7-0,8) σ_B , на відміну від типового співвідношення 0,3 σ_B для литих титанових α - і ($\alpha + \beta$) -сплавів. На жаль, на низькому рівні залишаються пластичні властивості (ударна в'язкість і відносне подовження).

Таблиця 1

Механічні властивості СВС-литого TiAl сплаву при кімнатній температурі

σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	KCU, МДж/м ²	HRA
500-520	460-480	1,5	0,03	64-65

Результати мікроаналізу виявили рівномірний і дрібнодисперсний розподіл алюмініду титану TiAl (рис.1). Згідно до рисунків мікроструктур система TiAl як і було передбачено є двофазною: TiAl сірого кольору та Ti₃Al білого кольору. Високотемпературний синтез інтерметалідного з'єднання γ -TiAl в порошковій суміші чистих елементів в умовах СВС-пресування при тепловому вибуху при мінімальному зовнішньому тиску на суміш дозволяє отримати інтерметалідний продукт синтезу із середнім розміром зерна 10-12 мкм [6].

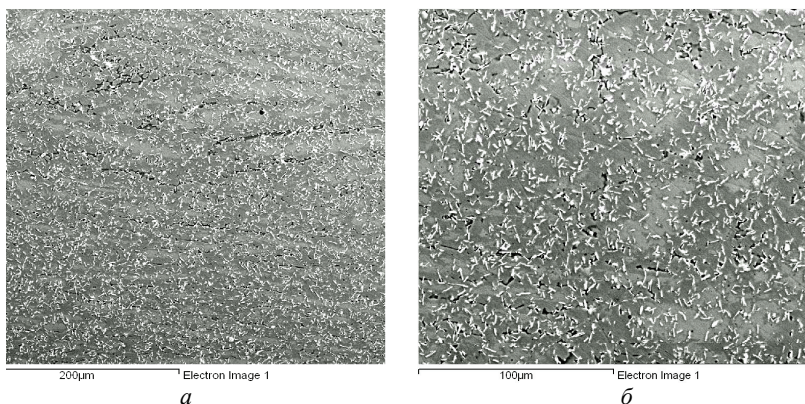


Рис. 1. Мікроструктура сплаву системи TiAl: *a* - збільшення $\times 100$; *б* - збільшення $\times 200$

Використання запропонованої технології для одержання нових матеріалів на основі інтерметалідних з'єднань забезпечує в порівнянні з існуючими способами наступні переваги: збільшення жаростійкості в 2-3 рази при температурах 700 °С (вдвічі більша за сплав ВТ-20 та втричі ніж ВТ-1-00 завдяки вмісту алюмінію та виникненню захисної окисної плівки, що перешкоджає потраплянню кисню вглиб матеріалу); збільшення тепло- та ерозійностійкості у 1,7-2 рази; простота технології і технологічного устаткування; практично повна безвідходність виробництва. У підсумку ми одержуємо технологію, що одночасно дозволяє отримувати нові матеріали на основі інтерметалідних з'єднань з підвищеними фізико-механічними властивостями і є більш енергоекономічною ніж існуючі традиційні методи [7].

Для оцінки можливості застосування сплавів на основі інтерметалідів титану в конструкції ГТД виконано аналіз надійності міцності лопаток компресора сучасного авіаційного двигуна, виготовлених зі сплаву на основі алюмініду титану. Напружено-деформований стан пера лопатки визначали розрахунковим методом кінцевих елементів. Для моделі матеріалу застосовували механічні властивості сплаву "гамма", що володіє двофазною структурою, що наведені в табл. 1. Розрахунок запасів міцності за максимальними напруженнями ($\sigma_{\text{екв}} = 75$ МПа) пера лопатки з розрахунком дії змінних і постійних напруг показав, що він знаходиться в діапазоні, що задовольняє вимогам, які пред'являють до робочих лопаток компресора [8].

Робота проводилась при підтримці Міністерства освіти і науки України в рамках науково-дослідної роботи для молодих учених «Розробка інтерметалідних сплавів на основі алюмінідів титану для деталей газотурбінних двигунів та авіаційно-космічної техніки» (№ держ. реєстрації 0116U007400).

Висновки

В роботі показано, що запропонована технологія СВС-пресування при виробництві даних інтерметалідних сполук є конкурентоспроможною, ресурсо- та енергозберігаючою, дає змогу отримувати заготівлі з жаростійких матеріалів з заданими службовими характеристиками правильної та контрольованої форми.

Установлено, что запасы прочности лопаток компрессора современных ГТД изготовленных из интерметаллидных титановых сплавов соответствуют требованиям нормативных документов

Це все рекомендує розроблену технологію до промислового використання.

Список літератури

1. Моляр А.Г. Конструкционные материалы в самолетостроении / А.Г. Моляр, А.А. Коцоба, А.С. Бычков, О.Ю. Ничепоренко. – К.: КВИЦ, 2015. – 400 с. – ISBN 978-617-697-038-8.
2. Имаев В.М. Современное состояние исследований и перспективы развития технологий интерметаллидных γ - TiAl сплавов / В.М. Имаев, Р.М. Имаев, Т.И. Оленева // Письма о материалах. – 2011. – Т.1. – С. 25-31.
3. Sereda B. The Retrieving of Heat-resistant Alloys on Intermetallic Base for Details of Gas Turbine Engine Hot Track in SHS Conditions. / B Sereda, Y. Belokon, A. Zhrebtsov, K. Savela, D. Sereda // Material Science and Technology. – Houston: MS&T, 2010 – P. 2097-2102.
4. Амосов А. П. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов / А. П. Амосов, И. П. Боровинская, А. Г. Мержанов; под ред. В. Н. Анциферова. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 567 с. – ISBN 978-5-94275-360-3.
5. Серета Б.П. Обробка металів тиском при нестационарних температурних умовах: монографія / Б.П. Серета, І.В. Кругляк, О.А. Жеребцов, Ю.О. Белоконь. – Запоріжжя: ЗДІА, 2009. – 252 с. - ISBN 978-966-8462-11-5.
6. Sereda B. The Processes Research of Structurization of Titan Aluminides Received by SHS / B Sereda, I. Kruglyak, A.Zhrebtsov, Y. Belokon // Material Science and Technology. – Pittsburg: MS&T, 2009 – P. 2069-2073.
7. Серета Б.П. Дослідження процесу утворення жароміцних сплавів на основі інтерметалідних сполук моноалюмініду титану, одержаних за умов СВС-пресування / Б.П. Серета, А.А. Жеребцов, Ю.А. Белоконь, Є.В. Бабаченко // Металургія. - Випуск 28. – Запоріжжя, 2012. - С. 64-68.
8. ОСТ 1 00304-79. Лопатки газотурбинных двигателей. Нормирование поврежденных лопаток компрессора от попадания посторонних предметов. – 15 с.

А.Дж Мирзоев, к.т.н., О.С Якушенко к.т.н.
(Национальная Академия Авиации, Азербайджан, Баку)
(Национальный Авиационный Университет, Украина, Киев)

Синтез информации о техническом состоянии ГТД на базе применение теории Демпстера-Шефера

В статье рассматриваются особенности применения теории Демпстера-Шефера при синтезе информации в составе комплексной системы диагностирования авиационных газотурбинных двигателей. Приведен численный пример синтеза информации, полученной на выходе различных моделей оценки состояния газотурбинных двигателей.

Анализ современных методов оценки технического состояния (ТС) авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) показывает, что существующие системы диагностирования базируются на разнотипных и плохо связанных между собой, математических моделях. При этом отсутствует единый подход по построению эффективной архитектуры комплексной оценки состояния двигателей, что приводит к большому разнообразию решений по технической эксплуатации. Основные модули существующих систем комплексного диагностирования ТС ГТД функционируют обособленно из-за разнородности данных и отсутствия стратегий синтеза методов и моделей. Следовательно, применение технологий интеграции и синтеза с учетом ресурсов информационных технологий позволит повысить эффективность и качество процессов диагностирования и управления ТС ГТД.

Диагностирование и синтез решений о ТС ГТД, в зависимости от жизненного цикла и различных этапов управления ТС ГТД связан двумя основными вопросами:

- как получить точную и достоверную информацию о потенциальных неисправностях от нескольких источников информации (датчиков или математических моделей оценки ТС ГТД).
- как производить синтез информации и решений, которые получены на основе нескольких источников, в том числе результатов оценки ТС ГТД несколькими диагностическими моделями, которые могут быть неточными и противоречивыми.

Анализ исследований в области диагностирования сложных систем, каким является ГТД, показывает, что одним из перспективных математических аппаратов при синтезе данных различных источников, признаков и решений является теория Демпстера-Шефера (ТДШ). ТДШ рассматривается как развитие байесовского подхода по уточнению апостериорных вероятностей по мере накопления данных на случаи, когда неизвестны законы распределения вероятностей исследуемой информации.

Однако главной проблемой применения ТДШ является назначение значения функции масс на основе предоставленной информации от различных источников (или датчиков) [1-4]. С учетом выше изложенного кратко рассмотрим основные положения ТДШ и особенности ее применения.

Пусть рассматривается множество $\theta = \{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ взаимно исключающих гипотез (высказываний или оценок о состоянии ГТД), которое называется областью анализа (фрейм гипотез). Степенное множество θ обозначается как $2^\theta = \{A \mid A \subseteq \theta\}$. Базовое присвоение вероятностей (БПВ) или функция массы (мера доверия) есть функция которая определяется как 2^θ в интервале $[0, 1]$, так чтобы $m(\emptyset)=0$, где \emptyset -пустое множество и

$$\sum_{A \subseteq \theta} m(A) = 1$$

Функции доверия и привлекательности определяются следующим образом

$$Bel(A) = \sum_{\emptyset \neq B \subseteq A} m(B) \quad \forall A \subseteq \theta$$

$$Pl(A) = 1 - Bel(\bar{A}) = 1 - \sum_{B \subseteq \bar{A}} m(\bar{A}) = \sum_{B \cap A \neq \emptyset} m(B) \quad \forall A \subseteq \theta$$

где $Bel(A)$ -массовая сумма доверия подмножеств A или оценка доверия A , т.е. мера полного количества веры в A и в его подмножества; $Pl(A)$ -массовая сумма недоверия подмножеств A или оценка привлекательности, т.е. мера правдоподобия. При этом интервал свидетельств определяется как

$$EI(A) = [Bel(A), 1 - Bel(\bar{A})],$$

т.е. $Bel(A) \leq P(A) \leq Pl(A)$

Оценки сомнения и игнорирования или неосведомленности рассчитываются по формулам

$$Dbt(A) = Bel(\bar{A}) = 1 - Pl(A), \quad Igr(A) = Pl(A) - Bel(A)$$

Таким образом, свидетельства в виде подмножеств X и Y комбинируются по правилу Демпстера как ортогональная сумма двух мер. Эта величина называется присоединенной массой и определяется как

$$m_1 \otimes m_2(A) = k \sum_{X \cap Y = A \neq \emptyset} m_1(X) m_2(Y)$$

$$k = \frac{1}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) m_2(Y)}$$

где k -константа нормализации (мера конфликта между двумя наборами масс),

$\sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) m_2(Y)$ -конфликт между двумя свидетельствами. Для пустого

множества $m_1 \otimes m_2(\emptyset) = 0$, $A = \emptyset$.

Если $k^{-1} = 0$ то ортогональная сумма не существует, и меры m_1 и m_2 называют полностью взаимоисключающими. В общем для n -го количества функций масс m в множестве θ конфликт будет как

$$K = \sum_{\bigcap_{i=1}^n E_i = \emptyset} m_1(E_1)m_2(E_2)...m_n(E_n) > 0$$

и после комбинации функция масс будет

$$\begin{aligned} m(A) &= (m_1 \otimes m_2 \otimes \dots \otimes m_n)(A) = \\ &= \frac{1}{1-K} \sum_{\bigcap_{i=1}^n E_i = A} m_1(E_1)m_2(E_2)...m_n(E_n) > 0 \end{aligned}$$

Как видно ТДШ решает проблему измерения достоверности, делая коренное различие между отсутствием уверенности и незнанием. А в теории вероятностей эксперт вынужден выражать степень его знания о гипотезе A единственным числом $P(A)$.

Анализ характера изменения значений основных характеристик законов распределения параметров функционирования ГТД показывают, что значения таких показателей как асимметрия и эксцесс позволяют формировать функции масс. С этой целью в определенном интервале времени $[t_i, t_{i+1}]$ на основе ряда значений асимметрии в упрощенном виде можно формировать функции масс для соответствующего параметра в виде

$$m_P = A_{P,cp} / A_{P,max} ,$$

где $A_{P,cp}$, $A_{P,max}$ -среднее и максимальное значение коэффициента асимметрии рассматриваемого параметра состояния ГТД за четыре последних измерений. Такой порядок назначения значения функции масс оправдан с физическим смыслом нормального закона распределения соответствующего функционального параметра ГТД.

Приведем численный пример применения ТДШ при синтезе выходов диагностических моделей ГТД. Пусть вибрационное состояние ГТД анализируется двумя диагностическими моделями №1 (вейвлет модель ГТД) и №2 (регрессионная модель вибрационного состояния ГТД) (Таблица 1-3). Из-за некоторых ошибок в системе измерений и методах оценки вибрационного состояния моделями №1 и №2 сформирована следующая таблица функций масс по идентификации причин. Здесь a -причина вибрации в маслосистеме, b -причина вибрации в повреждениях лопаток компрессора, c -причина повреждения в подшипниках, d -неисправность измерительной аппаратуры. Требуется определить наиболее вероятной причины вибрации.

Таким образом, на начальном этапе комбинируются два свидетельства в виде подмножеств $X = \{b, c, d\}$ и $Y = \{a, b, c\}$ по правилу Демпстера

$$m_1 \otimes m_2(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X)m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X)m_2(Y)}$$

При этом функции масс для параметра виброскорости ГТД формировались на основе значений коэффициента асимметрии ее распределения.

Таблица 1 Исходные данные функций масс

Модель №1	Модель №2
$m_1(d) = 0.3$	$m_2(c) = 0.2$
$m_1(c) = 0.5$	$m_2(b) = 0.6$
$m_1(b) = 0.2$	$m_2(a) = 0.2$

Таблица 2
Результаты расчетов по определению правдоподобности и привлекательности по X

X	Модель №1					$El[Bel(X), Pl(X)]$
	m_1	$Bel(X)$	$Dbt(Bel(\bar{X}))$		$Pl(X)$	
{b}	0.2	0.2	$\bar{X} = \{c, d\}$	0.8	0.2	[0.2, 0.2]
{c}	0.5	0.5	$\bar{X} = \{b, d\}$	0.5	0.5	[0.5, 0.5]
{d}	0.3	0.3	$\bar{X} = \{b, c\}$	0.7	0.3	[0.3, 0.3]
{b, c}	0	0.7	$\bar{X} = \{d\}$	0.3	0.7	[0.7, 0.7]
{b, d}	0	0.5	$\bar{X} = \{c\}$	0.5	0.5	[0.5, 0.5]
{c, d}	0	0.8	$\bar{X} = \{b\}$	0.2	0.8	[0.8, 0.8]
$\Theta = \{b, c, d\}$	0	1.0	$\bar{X} = \emptyset$	0	1.0	[1.0, 1.0]
\emptyset	0	0	$\bar{X} = \{b, c, d\}$	1	0	[0, 0]

Таблица 3
Результаты расчетов по определению правдоподобности и привлекательности по Y

Y	Модель №2					$El[Bel(Y), Pl(Y)]$
	m_2	$Bel(Y)$	$Dbt(Bel(\bar{Y}))$		$Pl(Y)$	
{a}	0.2	0.2	$\bar{Y} = \{b, c\}$	0.8	0.2	[0.2, 0.2]
{b}	0.6	0.6	$\bar{Y} = \{a, c\}$	0.4	0.6	[0.6, 0.6]
{c}	0.2	0.2	$\bar{Y} = \{a, b\}$	0.8	0.2	[0.2, 0.2]
{a, b}	0	0.8	$\bar{Y} = \{c\}$	0.2	0.8	[0.8, 0.8]
{a, c}	0	0.4	$\bar{Y} = \{b\}$	0.6	0.4	[0.4, 0.4]
{b, c}	0	0.8	$\bar{Y} = \{a\}$	0.2	0.8	[0.8, 0.8]
$\Theta = \{a, b, c\}$	0	1.0	$\bar{Y} = \emptyset$	0	1.0	[1.0, 1.0]
\emptyset	0	0	$\bar{Y} = \{a, b, c\}$	1	0	[0, 0]

Таблица 4 Результаты комбинаций классов

	$m_2(a) = 0.2$		$m_2(b) = 0.6$		$m_2(c) = 0.2$		$m_2(\emptyset) = 0.0$	
$m_1(b) = 0.2$	\emptyset	0.04	{b}	0.12	\emptyset	0.04	{b}	0

$m_1(c) = 0.5$	\emptyset	0.1	\emptyset	0.30	$\{c\}$	0.10	$\{c\}$	0
$m_1(d) = 0.3$	\emptyset	0.06	\emptyset	0.18	\emptyset	0.06	$\{d\}$	0
$m_1(\emptyset) = 0.0$	$\{a\}$	0	$\{b\}$	0	$\{c\}$	0	\emptyset	0

В таблице 4 представляются комбинирование m_1 и m_2 , а также промежуточных данных: определяются общие подмножества - $(X \cap Y)$ и произведение их весовых значений

Как видно в этой таблице не приведены функции масс, для которых массы равны нулю (серые ячейки в таблицах), так как они не позволяют при комбинации формировать новые значения $m_3 = m_1 \otimes m_2$ (т.к. $0 \times \text{любое число} = 0$).

Далее находим значения

$$\sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X)m_2(Y) = 0.04 + 0.04 + 0.1 + 0.30 + 0.06 + 0.18 + 0.06 = 0.78$$

и значения фактора нормализации

$$1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X)m_2(Y) = 0.22$$

Определяем

$$m_1 \otimes m_2(\{a\}) = 0, \quad m_1 \otimes m_2(\{b\}) = 0.12/0.22, \quad m_1 \otimes m_2(\{c\}) = 0.10/0.22,$$

$$m_1 \otimes m_2(\{d\}) = 0$$

$$m_1 \otimes m_2(\{\emptyset\}) = 0$$

Вышеприведенные значения позволяют вычислять новые значения доверия m_3 на основе комбинации m_1 и m_2 , которые показаны ниже (таблица 5).

Таблица 5 Результаты по определению новых значений доверий

Модель №1 и №2				
X	m_3	$Dbt(Bel(\bar{X}))$		$El[Bel(X), Pl(X)]$
$\{a\}$	0	$\bar{X} = \{b, c, d\}$	1.0	[0,0]
$\{b\}$	0.12/0.22	$\bar{X} = \{a, c, d\}$	0.10/0.22	[0.12/0.22, 0.12/0.22]
$\{c\}$	0.10/0.22	$\bar{X} = \{a, b, d\}$	0.12/0.22	[0.10/0.22, 0.10/0.22]
$\{d\}$	0	$\bar{X} = \{a, b, c\}$	1.0	[0,0]
$\{a, b\}$	0	$\bar{X} = \{c, d\}$	0.10/0.22	[0.12/0.22, 0.12/0.22]
$\{a, c\}$	0	$\bar{X} = \{b, d\}$	0.12/0.22	[0.10/0.22, 0.10/0.22]
$\{a, d\}$	0	$\bar{X} = \{b, c\}$	1.0	[0,0]
$\{b, c\}$	0	$\bar{X} = \{a, d\}$	0.0	[1.0, 1.0]
$\{b, d\}$	0	$\bar{X} = \{a, c\}$	0.10/0.22	[0.12/0.22, 0.12/0.22]
$\{c, d\}$	0	$\bar{X} = \{a, b\}$	0.12/0.22	[0.10/0.22, 0.10/0.22]

{a,b,c}	0	$\bar{X}=\{d\}$	0.0	[1.0,1.0]
{a,b,d}	0	$\bar{X}=\{c\}$	0.10/0.22	[0.12/0.22, 0.12/0.22]
{a,c,d}	0	$\bar{X}=\{b\}$	0.12/0.22	[0.10/0.22, 0.10/0.22]
{b,c,d}	0	$\bar{X}=\{a\}$	0.0	[1.0,1.0]
$\Theta=\{a,b,c,d\}$	0	$\bar{X}=\{\emptyset\}$	0.0	[1.0,1.0]
\emptyset	0	$\bar{X}=\{\Theta\}$	1.0	[0,0]

В результате формируются интервалы $EI[Bel(X), Pl(X)]$, полученные после комбинации

$$EI(\{c, d\}) = [0.10/0.22, 0.10/0.22],$$

$$EI(\{a, b\}) = [0.12/0.22, 0.12/0.22],$$

которые показывают, что причины a и b вибрации являются наиболее вероятными.

Выводы

Анализ результатов, полученных на основе синтеза различной информации с применением ТДШ в составе комплекса оценки ТС ГТД, позволяет подчеркнуть ее перспективность для будущих систем диагностирования, которые отличаются от существующих высокой адаптивностью к различным диагностическим ситуациям и типам двигателей.

Список литературы

1. Romessis C, Kyriazis A, Mathioudakis K. Fusion of gas turbines diagnostic inference - The dempster-schafer approach. Proceedings of IGTI/ASME Turbo Expo 2007, 9p., Canada, May 14-17, 2007, Montreal, ASME Paper GT2007-27043.
2. Vachtsevanos G., Lewis F.L., Roemer M., Hess A., Wu B., Intelligent Fault Diagnosis and Prognosis for Engineering Systems, Wiley, 2006, 456 pp.
3. Basir O. Yuan X.H. Engine fault diagnosis based on multi sensor information fusion using Dempster-Shafer evidence theory, Information Fusion, 2005, pp.1–8.
4. Lou R.C., Kay M.G. Multisensor integration and fusion in intelligent systems, IEEE Transactions of System, Man and Cybernetics 19 (1989), pp.901-931.

¹Шевченко С.М., к.ф.-м.н. ²Бродніковський Д.М., ¹Романенко Ю.М.,
д.ф.-м.н. ²Васильєв О.Д., к.т.н. ²Бродніковський Є.М.
(¹Національний Технічний Університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»;
²Інститут проблем матеріалознавства НАН України)

Вплив температури спікання на структуру та міцність цирконієво-керамічного електроліту паливної комірки

Досліджено структуру та механічні властивості 8YSZ (ZrO₂ стабілізований 8 мол.% Y₂O₃) в залежності від температури спікання, для використання його як електроліту керамічної паливної комірки (КПК) – носія, що потребує високої міцності, щільності та провідності. Відповідність поставленим вимогам досягнуто.

Властивості електроліту КПК

Паливні комірки є однією з найкращих альтернатив сучасним пристроям для виготовлення електроенергії. Вони мають високий ККД, екологічно чисті, майже безшумні, невибагливі до палива. Проте, існує велика кількість завдань щодо процесу виготовлення та реалізації кінцевих властивостей паливної комірки. Дана робота присвячена вирішенню деяких існуючих проблем, пов'язаних з електролітом. Оскільки даний елемент паливної комірки відіграє важливу роль в процесі роботи пристрою, необхідно забезпечити виконання наступних вимог: висока іонна провідність (0,001-0,1 См·см-1), щільна структура (газонепроникність), низька електронна провідність, достатня механічна міцність, хімічна стійкість до окиснення, низька собівартість.

Матеріали на основі діоксиду цирконію найкраще забезпечують виконання вище вказаних вимог, а можливість стабілізувати діоксид цирконію з іншими матеріалами (Y, Sc, Ce) дає змогу знаходити матеріали з максимально високими характеристиками. Тому актуальним є вивчення властивостей елементів, виготовлених із даних матеріалів.

На прикладі традиційного електроліту, котрий базується на 8YSZ, досліджено вплив температури спікання на структуру, пористість та міцність даного композиту, що дозволяє тепер краще обирати оптимальні параметри виготовлення електроліту та описати досить складні процеси та зміни в структурі, що відбуваються при спіканні виробу.

Зразки було сформовано однобічним холодним пресуванням на гідравлічному пресі. Формування виробів проводилось у сталевій прес-формі. Для пресування зразків 8YSZ було обрано тиск пресування 48 МПа.

Спікання проводилось у печі Linn High Term, марки VMK1600. Зразки композиту 8YSZ спікались при температурах 1100 °C, 1200 °C, 1300 °C, 1400 °C, 1500 °C.

Розраховано відносну усадку після спікання. Встановлено, що зі збільшенням температури спікання збільшується об'ємна усадка, лінійна усадка по діаметру та висоті (рис. 1). Також встановлено, що максимальна зміна об'єму кераміки в процесі спікання відбувається при температурах нижчих за 1300 °C, а

при подальшому підвищенні температури спікання усадка кераміки сповільнюється та виходить майже на лінійну полицю.

За допомогою методу гідростатичного зважування визначено пористість зразків. Встановлено, що при забезпеченні відповідних технологічних параметрів виготовлення зразків, вони відповідають вимогам, які ставляться до матеріалу при виготовленні електроліту КПК. Зі збільшенням температури спікання зразків в інтервалі 1100 – 1500 °С загальна пористість зменшується в інтервалі 56 – 2% відповідно (рис. 2). Встановлено оптимальні температури спікання, які виключають наявність наскрізної пористості: 1300 °С – пористість 14,4%; 1400 °С – пористість 4,6%; 1500 °С – пористість 2,4%. Відкрита пористість після спікання при температурі 1300 °С і вище відповідає вимогам до виробу. Значення відкритої пористості композитів в даному випадку не перевищує допустимі значення – 15%. В цьому проміжку температур вирішується проблема газонепроникності електроліту паливної комірки.

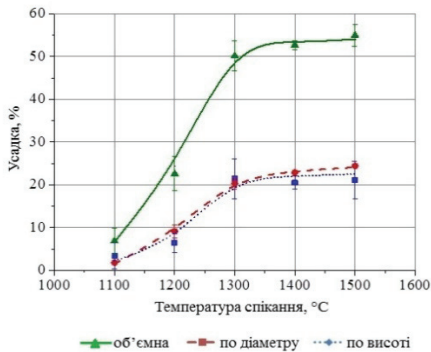


Рис.1. Залежність усадки композиту від температури спікання

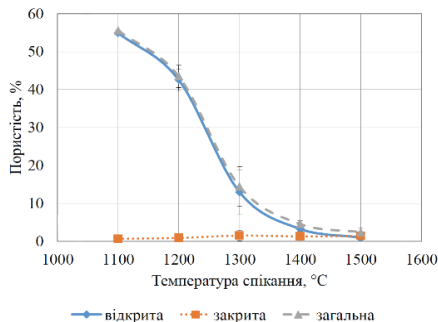
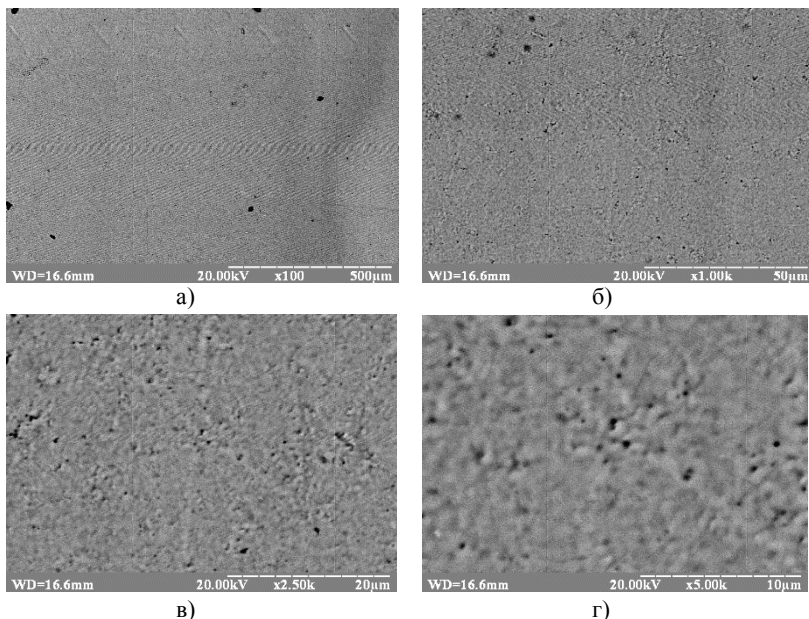


Рис.2. Залежність пористості композиту від температури спікання

Відповідні висновки підтверджуються і даними скануючої електронної мікроскопії (рис. 3). Встановлено, що при відповідних температурах спікання (1300 °С і більше) 8YSZ кераміка має пористість переважно закритого типу,

відсутня мережа каналів та пор, відкриті пори дрібні та не глибокі. Зразки мають високу однорідність, пори розташовані рівномірно. Мікроструктура масивних зразків складається з частинок порошку зі щільним контактом без видимих пор, які з'єднані між собою за допомогою процесів припикання твердих фаз та процесів дифузії, що проходять під час формування та твердо-фазного спікання зразків.



а – збільшення в 100 разів; б – 1000; в – 2500; г – 5000

Рис. 3. Мікроструктура композиту 8YSZ, спеченого при температурі 1500 °С

Зразки випробувано на міцність при двовісному згині та встановлено значення міцності керамічних зразків в залежності від температури спікання. Міцність зразків зростає разом зі збільшення температури спікання (рис.4). Знайдено умови виготовлення 8YSZ керамічних зразків для забезпечення їх необхідної міцності. Так, при температурі спікання 1400 °С і більше міцність кераміки перевищує мінімально допустимі значення – 100 МПа.

Встановлено, що цей матеріал добре формується та піддається процесам спікання. Міцність композитів збільшується також зі збільшенням температури спікання за рахунок полегшення ковзання частинок матеріалу, що призводить до більш щільного їх упакування та інтенсивнішого проходження процесів ущільнення матеріалу при спіканні.

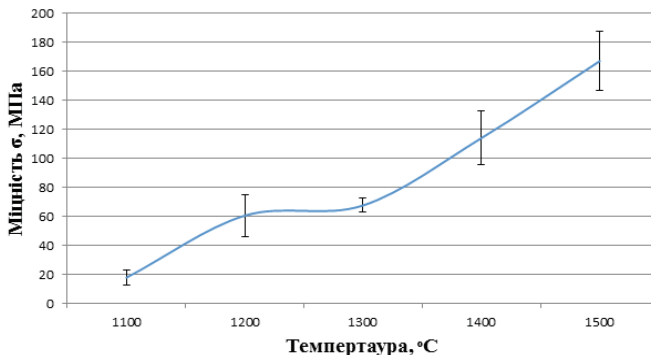


Рис.4. Залежність міцності композиту від температури спікання

Таким чином, спікання композиту 8YSZ при температурах до 1300 °C не вирішує ні проблеми забезпечення міцності, ні проблеми – газонепроникності матеріалу. Спікання при температурі в інтервалі 1300-1400 °C задовольняє лише вимогам щодо виключення наскрізної пористості матеріалу, але міцність залишається недостатньою для практичного використання. Лише температура спікання у 1400 °C і більше в комплексі вирішує поставлені задачі.

Проведені роботи роблять вагомий внесок у розвиток та аналіз матеріалів електроліту КПК, але не є вичерпними. Тому, дуже важливим є продовження та доповнення цих праць. Цінність подібної інформації та її комплексної систематизації складно переоцінити і надзвичайно корисно використовувати в якості технологічної карти-схеми при проектуванні виробництва КПК та її складових з оптимізацією вартості їх виготовлення.

Список літератури

1. Коровин Н.В. Топлевные элементы / Н.В. Коровин // Изв. РАН. Энергетика. – 1997. – № 9. – 165 с.
2. Singhal S. C. High-temperature solid oxide fuel cells: fundamentals, design and applications / S.C. Singhal, K. L. Kendall. – Elsevier: Oxford, U.K., 2003. – 243 p.
3. Molenda J. Functional materials for the IT-SOFC. Journal of Power Sources / Molenda J., Swierczek K., Zajac W., 2007. – №173. – 670 p.

Методика розрахунку ізоентропної течії реального газу з використанням газодинамічних функцій

Розроблено методику розрахунку ізоентропної течії реального газу. Представлено вираз показника ізоентропи, величина якого слабо змінюється у широкому діапазоні тиску і температур однофазної області одно-, дво- та багатомольних газів, що дозволяє інтегрувати диференціальне рівняння термодинаміки і отримати основні співвідношення одновимірної ізоентропної течії реального газу

Розвиток науки і техніки тісно пов'язаний із використанням засобів вимірювання. Вимірювання, як процес, є одним із способів пізнання природи, допомагає у пошуку наукових відкриттів і впроваджувати їх у нове виробництво та техніку.

Сучасні технології забезпечуються великим арсеналом засобів вимірювання як вітчизняного, так і іноземного виробництва – від найпростіших первинних перетворювачів та приладів до складних автоматичних приборів і систем, які дозволяють проводити контроль технологічних установок та складних виробництв з використанням засобів інформаційно-обчислювальної техніки.

Різноманіття засобів вимірювання потребує правильного їх вибору для виконання відповідної мети. Отже, одним із важливих питань є питання їх метрологічного забезпечення. Крім цього, необхідно приділяти увагу економічній стороні питання, а також уніфікації засобів вимірювання і умов їх експлуатації. Науково-технічний прогрес і появлення нових технологій ставить нові вимоги перед розвитком техніки вимірювання. Це потребує подальшого удосконалення методів і засобів вимірювання, підвищення їх якості, надійності та зменшення собівартості.

Рівняння газової динаміки і таблиці газодинамічних функцій, що використовуються в наш час в інженерних розрахунках, не дають можливість їх використання у широкому діапазоні тиску і температур [1-3]. Є велика необхідність у розвитку механіки реального газу і створення таблиць газодинамічних функцій для вирішення завдань розрахунку течії різних газів у широкому діапазоні тиску і температур.

При дослідженні можливості інтеграції диференціальних рівнянь термодинаміки за допомогою рівнянь стану різних газів, складених на основі існуючих експериментальних даних за теплофізичними властивостями, знайдено вираз показника ізоентропи, значення якого слабо змінюється у широкому діапазоні тиску і температур однофазної області одно-, дво- та багатомольних газів.

Введемо безрозмірну термодинамічну функцію [4]

$$\beta = 2\alpha / \eta\chi = 2i / a^2. \quad (1)$$

Тоді з рівнянь $i = \alpha RT$ та (1) получимо вираз

$$i = \int_0^p dp / \rho = \alpha RT = \beta a^2 / 2. \quad (2)$$

На основі рівняння енергії ізоентропійної течії газу

$$d(w^2)/2 + dp/\rho = d(w^2)/2 + di = 0 \quad (3)$$

і виразу (2) отримаємо рівняння Бернуллі - Сен-Венана для реального газу

$$\frac{w^2}{2} + \int_0^p dp / \rho = \frac{w^2}{2} + \beta \frac{a^2}{2} = \frac{w^2}{2} + \alpha RT = \text{const.}$$

(4)

При повному гальмуванні газового струменя маємо:

$$w^2/2 + \alpha RT = i^* = \alpha^* RT^* = \beta^* a^{*2}/2 = \text{const.} \quad (5)$$

При критичній швидкості $w = a = a_*$ отримаємо

$$i^* = (1 + \beta_*) a_*^2 / 2 = \alpha^* RT^* = \beta^* a^{*2} / 2, \quad (6)$$

звідки
$$a_* = \sqrt{\frac{2\alpha^*}{1 + \beta_*} RT^*} = a^* \sqrt{\frac{\beta^*}{1 + \beta_*}}. \quad (7)$$

З рівнянь (2) та (6) можна отримати інший вираз для ентальпії:

$$i = i^* - w^2/2 = (1 + \beta_*) a_*^2 / 2 - w^2/2. \quad (8)$$

Ввівши вираз відносній швидкості $\lambda = w/a_*$ (9)

з рівнянь (2), (6) та (8) маємо

$$i/i^* = \alpha T / \alpha^* T^* = 1 - \lambda / (1 + \beta_*), \quad (10)$$

звідки
$$\tau(\lambda) = \frac{T}{T^*} = \frac{\alpha^*}{\alpha} \left(1 - \frac{\lambda^2}{1 + \beta_*} \right). \quad (11)$$

Введемо число Маху $M = w/a$. (12)

Тоді з рівнянь (4) та (6) маємо

$$1 + \beta / M^2 = (1 + \beta_*) / \lambda^2. \quad (13)$$

Отже
$$1/\tau = T^*/T = \alpha \left(1 + \frac{M^2}{\beta} \right) / \alpha^*; \quad (14)$$

$$i^*/i = 1 + M^2 / \beta; \quad (15)$$

$$M = \lambda \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta_* - \lambda^2}}; \quad (16)$$

$$\lambda = M \sqrt{\frac{1 + \beta_*}{\beta + M^2}}. \quad (17)$$

З рівняння (11) за допомогою рівнянь ізоентропи отримуємо:

$$\pi(\lambda) = \frac{p}{p^*} = \left[\frac{\alpha^*}{\alpha} \left(1 - \frac{\lambda^2}{1 + \beta_*} \right) \right]^{\frac{\chi}{\chi-1}}; \quad (18)$$

$$\varepsilon(\lambda) = \frac{\rho}{\rho^*} = \frac{z^*}{z} \left[\frac{\alpha^*}{\alpha} \left(1 - \frac{\lambda^2}{1 + \beta_*} \right) \right]^{\frac{1}{\chi-1}}.$$

(19)

При витіканні в порожнину: $p=0$; $\rho=0$; $T=0$.

$$\text{Отже, } \lambda_{\max} = \sqrt{1 + \beta_*}; \quad (20)$$

$$w_{\max} = a_* \sqrt{1 + \beta_*}. \quad (21)$$

При використанні числа М зручно використовувати зворотнє відношення:

$$\frac{1}{\pi(\lambda)} = \frac{p^*}{p} = \left[\frac{\alpha}{\alpha^*} \left(1 + \frac{M^2}{\beta} \right) \right]^{\frac{\chi}{\chi-1}}; \quad (22)$$

$$\frac{1}{\varepsilon(\lambda)} = \frac{\rho^*}{\rho} = \frac{z}{z^*} \left[\frac{\alpha}{\alpha^*} \left(1 + \frac{M^2}{\beta} \right) \right]^{\frac{1}{\chi-1}}. \quad (23)$$

Із рівнянь (11), (22) та (23) при $\lambda=1$ отримуємо вирази для критичних параметрів:

$$T_* = \frac{\alpha^*}{\alpha_*} \frac{\beta_*}{1 + \beta_*} T^*; \quad (24)$$

$$p_* = \left(\frac{\alpha^*}{\alpha_*} \frac{\beta_*}{1 + \beta_*} \right)^{\frac{\chi}{\chi-1}} p^*; \quad (25)$$

$$\rho_* = \frac{z^*}{z_*} \left(\frac{\alpha^*}{\alpha_*} \frac{\beta_*}{1 + \beta_*} \right)^{\frac{1}{\chi-1}} \rho^*. \quad (26)$$

Використовуючи рівняння (17), (19) та (26), отримуємо вираз приведеної витрати

$$q(\lambda) = \frac{\rho w}{\rho_* w_*} = \frac{z_*}{z} \left(\frac{\alpha_*}{\alpha} \frac{1 + \beta_* - \lambda^2}{\beta_*} \right)^{\frac{1}{\chi-1}} \lambda = \frac{z_*}{z} \left(\frac{\alpha_* \beta}{\alpha \beta_*} \right)^{\frac{1}{\chi-1}} M \left(\frac{1 + \beta_*}{M^2 + \beta} \right)^{\frac{\chi+1}{2(\chi-1)}}.$$

Витрата газу через сопло при дозвуковому перепаду дорівнює:

$$G = F w \rho g = F \frac{z^*}{z} \gamma^* \sqrt{2 \alpha^* R T^* \left[\left(\frac{p}{p^*} \right)^{\frac{2}{\chi}} - \frac{\alpha}{\alpha^*} \left(\frac{p}{p^*} \right)^{\frac{\chi+1}{\chi}} \right]}. \quad (27)$$

Використовуючи рівняння (7) і (26), отримуємо вираз витрати газу при надзвуковому перепаді через сопло:

$$G_* = F w_* \rho_* g_* = F \frac{z^*}{z} \gamma^* \left(\frac{\beta_*}{\alpha_*} \right)^{\frac{1}{\chi-1}} \left(\frac{\alpha^*}{1 + \beta_*} \right)^{\frac{\chi+1}{2(\chi-1)}} \sqrt{2RT^*} = \frac{10}{g} m \frac{F p^*}{\sqrt{T^*}}.$$

де F — в см^2 ; p^* — в барах,

$$m = \frac{g}{z_*} \sqrt{\frac{2}{R}} \left(\frac{\beta_*}{\alpha_*} \right)^{\frac{1}{\chi-1}} \left(\frac{\alpha^*}{1 + \beta_*} \right)^{\frac{\chi+1}{2(\chi-1)}}. \quad (28)$$

Абсолютно очевидно, що при $p\nu = RT \rightarrow \chi = k_{uo}$, всі формули для реального газу перетворюються на формули для ідеального газу.

Хоча структура формул газової динаміки для ідеального газу досить проста, проте практика показала доцільність розробки таблиць газодинамічних функцій для розрахунків газових течій [2]. Тим більше це доцільно для реального газу, де структура формул дещо складніша.

Для реального газу газодинамічні функції залежать не тільки від показника ізоентропи, але і від величин z , α і β залежності яких від тиску і температури для різних газів неоднакові.

Для обчислення на ЕОМ газодинамічних функцій $\pi(\lambda)$, $\tau(\lambda)$, $\varepsilon(\lambda)$, $q(\lambda)$, та λ , а також величин m , $\chi_{\text{ср}}$, z_* , α_* та β_* , що входять до газодинамічних співвідношень, були складені спеціальний алгоритм і програма розрахунку, в яких враховуються і малі зміни показника ізоентропи χ за величиною тиску і температурі. Незалежними змінними в таблицях прийняті температура гальмування T^* і тиск гальмування p^* .

До програми обов'язково додається таблиця значень χ , z , α та β , для кожного газу по розширеному діапазоні (відносно T^* та p^*) в сторону більш низьких температур і тисків.

Висновки

Розроблено методику розрахунку ізоентропної течії реального газу.

Знайдено вираз показника ізоентропи, значення якого слабо змінюється у широкому діапазоні тиску і температур однофазної області одно-, дво- та багатоатомних газів.

Вираз показника ізоентропи, величина якого слабо змінюється у широкому діапазоні тиску і температур однофазної області багатоатомних газів, дозволяє інтегрувати диференціальне рівняння термодинаміки і отримати основні співвідношення одновимірної ізоентропної течії реального газу.

Список літератури

1. *Термодинамические свойства метана* / В.В. Сычев, А.А. Вассерман, А.Д. Козлов и др. — М.: Изд-во стандартов, 1979.
2. *Термодинамические свойства индивидуальных веществ* / Под ред. В.П. Глушко. — М.: Наука, 1978. (в 4-х томах).
3. *Абрамович Г. И.* Прикладная газовая динамика. — М.: Наука, 1976.
4. *Шехтман А.М.* Показатель изоэнтропии реального газа // ИФЖ, 1984. Т. 46. С. 516-517.

І.І. Гвоздецький к.т.н., Л.Г. Волянська к.т.н., І.Ф. Кінашук к.т.н.,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Моделювання перехідних процесів ТРДД

Приведені особливості математичного моделювання перехідних процесів ТРДД зі змішуванням потоків. Запропонована модель дозволяє визначити лінії робочих режимів компресорів двигунів підвищеної контролепридатності за даними бортових систем реєстрації.

Математична модель, що описує умови спільної роботи елементів ТРДД з розділним виходом потоків на перехідних режимах з урахуванням нерівності витрати робочого тіла уздовж проточної частини двигуна, розглядається в роботі (1). Математичне описання умов спільної роботи елементів ТРДД зі змішуванням потоків (ТРДД) ускладнюється за рахунок ряду факторів. Так, на відміну від ТРДД з розділними контурами, у двигуна зі змішуванням потоків ступінь зниження тиску в турбіні низького тиску (ТНТ) $\pi_{тн}^*$ буде змінюватись при зміні умов польоту навіть при закритичному перепаді тисків на соплі і нерегульованій геометрії (2). В цьому випадку значення $\pi_{тн}^*$ знаходять з умови балансу витрат газу в перерізах гірла соплового апарату (СА) ТНТ і входу в камеру змішування у внутрішньому контурі:

$$m_c \cdot q(\lambda_{тн}) \cdot F_{сатн} \cdot \frac{P_{т6}^*}{\sqrt{T_{т6}^*}} = m_c \cdot q(\lambda_{631}) \cdot F_{631} \cdot \frac{P_m^*}{\sqrt{T_m^*}} + \Delta G_{тн}, \quad (1)$$

де $m_c = 0,0396$; $q(\lambda_{тн})$, $q(\lambda_{631})$ - відповідно, відносні густини току в перерізах гірла СА і входу в камеру змішування; $F_{сатн}$, F_{631} - площі перерізів гірла СА та входу в камеру змішування; p_m^* , T_m^2 - повний тиск і температура загальмованого потоку на виході з турбіни; $\Delta G_{тн}$ - зміна маси робочого тіла, що міститься в об'ємі ТНТ.

Приймаючи, що відносна густина току в гірлі СА не залежить від умов польоту, запишемо рівняння (1) наступним чином:

$$\pi_{тн}^* \cdot \sqrt{\frac{T_m^*}{T_{т6}^*}} = C_1 \cdot q(\lambda_{631}) + \frac{\Delta G_{тн}}{G_{тн}}, \quad (2)$$

$$\text{де } C_1 = \frac{F_{631}}{q(\lambda_{тн}) \cdot F_{сатн}}; \quad G_{тн} - \text{витрата газу.}$$

Використовуючи умову $G_{62} = G_{61} \cdot m$, запишемо вираз для витрати повітря в перерізах входу в камеру змішування з зовнішнього контуру і входу в компресор високого тиску (КВТ):

$$m_6 \cdot q(\lambda_{632}) \cdot F_{632} \cdot \frac{p_{612}^* \cdot \sigma_2}{\sqrt{T_{61}^*}} = m_6 \cdot q(\lambda_{6K}) \cdot F_{6K} \cdot \frac{p_{6K}^*}{\sqrt{T_{6K}^*}} \cdot m, \quad (3)$$

де $q(\lambda_{632})$, F_{632} - відносна густина току і площа перерізу на вході в камеру змішування у зовнішньому контурі; σ_2 - коефіцієнт відновлення повного тиску в зовнішньому контурі; m - ступінь двоконтурності.

Якщо прийняти, що величина σ_2 не залежить від умов польоту, то одержуємо рівняння для визначення відносної густини току на вході в камеру змішування в зовнішньому контурі:

$$q(\lambda_{632}) = C_2 \cdot \frac{p_{6K}^*}{p_{612}^*} \cdot \sqrt{\frac{T_{61}^*}{T_{6K}^*}} \cdot q(\lambda_{6K}) \cdot m, \quad (4)$$

$$\text{де } C_2 = \frac{F_{6K}}{F_{632} \cdot \sigma_2}.$$

З балансу тисків у внутрішньому та зовнішньому контурах двигуна, при умові рівності статичних тисків ($p_{631} = p_{632}$), одержимо:

$$\pi(\lambda_{632}) = \frac{\sigma_{K.3}}{\sigma_2} \cdot \frac{\pi_{KH}^* \cdot \pi_{K6}^*}{\pi_{61}^* \cdot \pi_{m6}^* \cdot \pi_{mH}^*} \cdot \pi(\lambda_{631}). \quad (5)$$

В рівнянні (5) прийнято, що ступінь підвищення тиску в вентиляторі у зовнішньому контурі π_{61}^* не дорівнює ступені підвищення тиску в КНД у внутрішньому контурі π_{KH}^* , що має місце як у ТРДД з великим ступенем двоконтурності так і в двигунах з приєднаними ступенями.

Для двигуна з приєднаними ступенями, схема якого наведена на рисунку.

Система рівнянь, що описує умови спільної роботи елементів на неусталених режимах роботи, що має наступний вигляд :

$$\frac{\pi_{\kappa}^*}{q(\lambda_{\theta\kappa})} = C_3 \cdot \sqrt{\frac{(1+g_m) \cdot C_4}{\eta_{m\kappa}^* \cdot \eta_m} \cdot \left[\frac{\pi_{\kappa}^{\frac{*K-1}{\kappa}} - 1}{\eta_{\kappa}^*} + I_{zb} \cdot \omega_b \cdot \frac{d\omega_b}{dt} \cdot \frac{1}{C_5 \cdot P_{\theta\kappa}^* \cdot \sqrt{T_{\theta\kappa}^* \cdot q(\lambda_{\theta\kappa})}} \right]};$$

$$T_{cM}^* = \frac{T_m^* + m \cdot T_{\theta l}^*}{1+m};$$

$$Z(\lambda_{cM}) = \frac{Z(\lambda_{\theta c1}) \cdot \sqrt{T_m^*} + m \cdot Z(\lambda_{\theta c2}) \cdot \sqrt{T_{\theta\kappa}^*}}{(1+m) \cdot \sqrt{T_{cM}^*}};$$

$$P_{cM}^* = P_m^* \cdot \frac{q(\lambda_{\theta c1})}{q(\lambda_{\theta c2})} \cdot \sqrt{\frac{T_{cM}^*}{T_T^*}} \cdot \frac{1+m}{1+m \cdot \frac{q(\lambda_{\theta c1})}{q(\lambda_{\theta c2})} \cdot \frac{P_m^*}{P_{\theta\kappa}^* \cdot \sigma_2} \cdot \sqrt{\frac{T_{\theta\kappa}^*}{T_T^*}}}; \quad (6)$$

$$\pi_{mH}^* \cdot \sqrt{\frac{T_m^*}{T_{m\theta}^*}} = C_1 \cdot q(\lambda_{\theta 31}) + \frac{\Delta G_{mH}}{G_{mH}};$$

$$q(\lambda_{\theta 32}) = C_2 \cdot \frac{P_{\theta\kappa}^*}{P_{\theta l2}^*} \cdot \sqrt{\frac{T_{\theta l}^*}{T_{\theta\kappa}^*}} \cdot q(\lambda_{\theta\kappa}) \cdot m;$$

$$\pi(\lambda_{\theta 32}) = \frac{\sigma_{\kappa.3}}{\sigma_2} \cdot \frac{\pi_{\kappa H}^* \cdot \pi_{\kappa\theta}^*}{\pi_{\theta l}^* \cdot \pi_{m\theta}^* \cdot \pi_{mH}^*} \cdot \pi(\lambda_{\theta 31});$$

$$(1+g_m) \cdot C_6 \cdot T_T^* - C_{p\theta} \cdot T_B^* \cdot (m \cdot l_{B,l} + l_{KH}) = I_{ZH} \cdot \omega_{HT} \left(\frac{d\omega_{HT}}{dt} \right) \cdot \frac{\sqrt{T_{BK}^*}}{C_7 \cdot P_{BK}^* \cdot q(\lambda_{BK})}$$

де - \mathcal{G}_m - відносна витрата палива; $C_1 - C_6$ - константи;

$$l_{\theta l} = \left(\pi_{\theta l}^{\frac{*K-1}{\kappa}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\eta_{\theta l}^*} - \text{питома робота вентилятора}; \quad l_{KH} = \left(\pi_{KH}^{\frac{*K-1}{\kappa}} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\eta_{KH}^*} -$$

питома робота компресора високого тиску; $C_7 = C_{p_2} \cdot \frac{l_{m\theta}}{(1-l_{m\theta})} \cdot \eta_{mH} \cdot C_4$;

$$l_{me} = \left(1 - \frac{1}{\pi_{me}^{K_c}} \right) \cdot \eta_{me}^* - \text{питома робота турбіни високого тиску; } C_{pe}, C_{pe} -$$

відповідно теплоємності повітря та газу,

π_K^* - ступінь підвищення тиску в компресорі; k - показник адіабати стиснення; $\eta_{mk}^*, \eta_M, \eta_B^*$ - КПД ТВД, механічний і КВД відповідно; I_{zb} - масовий полярний момент інерції ротора ВД; ω_d - кутова швидкість ротора ВД; $P_{вк}^*, T_{вк}^*$ - повний тиск і температура загальмованого потоку на вході в КВД; $q(\lambda_{вк})$ - відносна густина току на вході в КВД, $T_{зм}^*$ - температура робочого тіла на виході з камери змішування, $T_{вл}^*$ - температура за вентилятором, T_m^* - температура за турбіною, $P_{зм}^*$ - тиск на виході з камери змішування, $Z(\lambda_{зм}), Z(\lambda_{вк1}), Z(\lambda_{вк2})$ - газодинамічні параметри відповідно на виході з камери змішування, першого та другого контурів.

Визначення параметрів в кінці камери змішування без урахування гідравлічних втрат в ній проводиться за системою (6).

Рівняння витрат через переріз в кінці камери змішування та в критичному перерізі сопла:

$$m_{cm} \cdot q(\lambda_{cv}) \cdot (F_{вк1} + F_{вк2}) \cdot \frac{P_{cm}^*}{\sqrt{T_{cm}^*}} \cong m_{cm} \cdot q(\lambda_{kp}) \cdot F_{kp} \frac{P_{скр}^*}{\sqrt{T_{cm}^*}}.$$

Якщо записати аналогічне рівняння для визначеної точки ($M_n = 0, H = 0$) і прийняти коефіцієнт відновлення повного тиску докритичної частини сопла

незалежним від умов польоту $\left(\sigma_{kp} = \frac{P_{kp}^*}{P_{cm}^*} = const \right)$, а перепад на

закритичному соплі $q(\lambda_{kp}) = 1.0$, то отримаємо

$$\frac{q(\lambda_{cm})}{q(\lambda_{cm})_0} = \frac{F_{kp}}{F_{kp0}} = \overline{F_{kp}}.$$

Таким чином, при докритичному витоку з реактивного сопла приведена швидкість в кінці камери змішування $\lambda_{зм}$ не залишається постійною, а зменшується по мірі дроселювання. Падіння $\lambda_{зм}$ викликає уповільнення росту λ_2 , яке швидко переходить в падіння λ_2 , прискорення падіння λ_1 та,

відповідно, $\pi_{m.6.}$. Відповідно уповільнюється та починає падати ступінь двоконтурності - прискорюється π_6 по π_k . Результатом прискореного падіння $\pi_{m.6.}$ на докритичному режимі витoku з сопла є уповільнення падіння π_{3m}^* , яке по відношенню до π_v , при докритичному витoku з сопла проходить по універсальному закону інваріантно в умовах польоту. При докритичному витoku з сопла падіння тяги по π_k та θ_c^* уповільнюється внаслідок уповільнення падіння π_{3m}^* . Лінійна залежність тяги по $\pi_{k\Sigma}$, відмічена при відсутності змішування, характерна і для ТРДД зі змішуванням, але при більш швидкому падінні $\pi_{k\Sigma}$ по R. Падіння T_c^* зі зменшенням тяги, майже лінійна в ТРДД без зміщення, декілька прискорюється при зміщенні.

Щоб зміна параметрів двигуна в залежності від умов польоту (M_p , H) була однозначною, необхідно задати закони регулювання.

За допомогою наведеної системи рівнянь (6) можна побудувати лінії прийомистості на полі характеристик каскадів компресорів для двигунів підвищеної контролепридатності за даними бортових систем реєстрації параметрів (БСКД). Наявність фактичних ліній прийомистості дозволяє оцінити величини мінімальних запасів стійкої роботи каскадів компресорів ГТД в умовах експлуатації, що суттєво підвищує рівень безпеки польотів.

Список літератури

1. Панин В.В. Моделирование условий совместной работы элементов ТРДД при оценке запасов устойчивости на переходных режимах в эксплуатации // Проблемы експлуатації та надійності авіаційної техніки.- К.: КМУЦА,-1997.-С.97-99.
2. Голубев В.А. Теория и расчет двухконтурных ТРДД. - М.: МАИ, 1983. -83 с.

О. А. Тамаргазін, д.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна)
І. І. Ліннік, к.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна)

Принципи побудови імітаційної моделі технологічних процесів обслуговування повітряного судна в аеропорту

Розглянуті основні питання створення імітаційної моделі технологічних процесів обслуговування повітряних судів, пасажирів і багажу в аеропорту. У виробничому процесі аеропорту виділені найважливіші технологічні операції, виявлена їх роль і місце в технологічному графіку наземного обслуговування рейсів. На базі статистичного матеріалу побудовані ймовірнісні моделі технологічних операцій різних типів повітряних судів, що встановлюють зв'язки між їх найважливішими параметрами та характеристиками конкретного рейсу.

Сучасні умови розвитку авіаційного транспорту вимагають від підприємств, що функціонують у рамках аеропорту та окремих підрозділів аеропорту, підвищення якості послуг, що надаються авіакомпаніям та користувачам повітряного транспорту. При цьому постійно необхідно піклуватись про скорочення витрат часу на обслуговування повітряних суден (ПС) при одночасному забезпеченні вимог до безпеки та регулярності перевезень. Одним з напрямків практичного розв'язку цієї проблеми є оптимізація технологічних параметрів аеропортових комплексів на базі імітаційного комп'ютерного моделювання.

Імітаційне моделювання припускає багаторазове відтворення процесу функціонування досліджуваної системи зі збереженням його логічної структури й послідовності протікання у часі та врахування впливу випадкових факторів [1]. Оскільки основна виробнича діяльність аеропорту полягає в реалізації технологічних процесів обслуговування рейсів, що включають певний набір операцій, склад, тривалість та трудомісткість яких залежить від параметрів рейсу, тому в якості одиничного прогону моделі доцільно вибрати процес обслуговування рейсів впродовж одної доби. Імітаційна модель технологічних процесів наземного обслуговування ПС повинна містити:

- універсальний алгоритм здійснення конкретного технологічного процесу, який повинен містити опис послідовності й взаємозв'язки його операцій, що його формують;
- ймовірнісні моделі окремих технологічних операцій, що включають статистичні розподіли ключових параметрів операцій, таких як тривалість, чисельність персоналу, що залучається до виконання цієї операції, кількість використовуваних технічних засобів.

Рациональні обмеження за рівнем деталізації вимагають, щоб створювана модель відбивала лише той набір технологічних операцій, який принципово важливий при оптимізації процесу обслуговування ПС у конкретному аеропорті. Для формування такого переліку операцій необхідно:

- розглянути технологію обслуговування ПС різних типів, виділивши основні операції, які найбільшою мірою впливають на загальну тривалість

обслуговування і використання ресурсів (результатом цієї процедури буде побудова модельних технологічних графіків);

- провести аналіз характеристик ПС, а також параметрів технологічних процесів наземного обслуговування цих ПС з метою обґрунтованого їх групування, що дозволить значно знизити обсяг вхідних даних, що використовуються в моделі;

- побудувати моделі технологічних операцій, що входять у модельні технологічні графіки (результатами побудови цих моделей повинні бути тривалості описуваних операцій та необхідні для їх виконання ресурси).

Характеристики технологічних процесів, такі як склад та тривалість технологічних операцій, задіяні ресурси і технічні засоби залежать від багатьох факторів, головними з яких є тип ПС, що обслуговується, категорія рейсу, рівень механізації й автоматизації наземного технічного обслуговування в конкретному аеропорту.

Імітаційне моделювання, що ґрунтується на використанні імовірнісної моделі досліджуваних процесів, припускає наявність статистичних даних, що описують ці процеси. При цьому точність і адекватність моделі зростає зі збільшенням обсягу накопиченої статистики. Впровадженні в аеропортах автоматизовані інформаційні системи керування виробничою діяльністю дозволяють уникнути тривалих і трудомістких процедур збору статистики шляхом використання матеріалів, що зберігаються в базах даних цих систем. В більшості випадків ця інформація докладно й всебічно описує технологічні процеси в конкретному аеропорту. Статистичні дані в першу чергу використовуються для побудови імовірнісних розподілів характеристик технологічних операцій.

Проведений аналіз статистик виявив залежність характеристик операцій не тільки від типу ПС, але й від категорії перевезення – на міжнародних або внутрішніх повітряних лініях.

Побудова модельних технологічних графіків та виділення сукупностей ПС, що обслуговуються за схожими технологічними графіками, дозволили суттєво знизити трудомісткість побудови статистичних моделей окремих операцій. При цьому враховувалось, що зазначені моделі повинні відбивати зв'язки між часом, що витрачається на виконання операцій, чисельністю персоналу та технічними засобами, які використовуються під час цієї операції, їх технічними характеристиками та іншими параметрами.

Аналіз побудованих за результатами обробки зібраної в аеропортах статистики дозволив висунути гіпотезу про належність розглянутих випадкових величин певному теоретичному закону розподілу. Зокрема, з використанням критерію згоди Пірсона [4] була проведена перевірка можливості згладжування емпіричних розподілів найбільш простими законами, що відображають особливості досліджуваних процесів – логарифмічно нормального, гама й Вейбулла.

Ці закони описуються трьома параметрами й характеризуються позитивною асиметрією, що робить правомірною гіпотезу про можливість їх використання виходячи з виду отриманих гістограм розподілу випадкових значень окремих параметрів технологічних процесів. Обрані закони розподілу

забезпечили для різних вибірок різну якість згладжування, однак найбільш універсальним виявився гамма-розподіл, який забезпечує найвищий рівень значимості у більшості випадків. Тому з метою спрощення моделі нами використовувався для опису тривалості всіх операцій тільки гамма-розподіл.

Поряд із тривалістю технологічних процесів були розглянуті такі їх важливі характеристики як чисельність персоналу та технічних засобів, що необхідні для їх виконання.

Зокрема, для спрощення моделі розглядалася схема реєстрація квитків яка не потребує сортування багажу, при цьому число стійок, що виділяється для обслуговування пасажирів на один рейс, коливалось від однієї до трьох, залежно від типу ПС і категорії рейсу. Вважалося, що кожна стійка обслуговується двома співробітниками аеропорту.

Посадка та висадка пасажирів включає також час доставки до літака або від нього. Вважалося, що ці операції здійснюються перонними автобусами. Як було встановлено, у 87% рейсів для доставки використовується один автобус. При обслуговуванні близько 4% усіх рейсів використовуються додатково спеціалізовані автобуси для доставки VIP-пасажирів. Для посадки-висадки пасажирів у переважній більшості випадків використовується один трап. Якщо ПС оснащене бортовим трапом, то використовується цей трап.

Тривалість навантаження й вивантаження багажу включає також витрати часу на його транспортування по перону, для чого використовуються автомобілі з піднімальним кузовом, автовізки. При цьому було прийнято, що обслуговуючий персонал включає двох співробітників аеропорту.

Прибирання салону здійснюється бригадою прибиральників у складі від 1 до 6 осіб з використанням мікроавтобуса для їх переміщення по аеродрому.

Висновки: Описаний вище підхід побудови імітаційної моделі був використаний при розв'язку широкого спектра завдань, пов'язаних із аналізом і оптимізацією технологічних і техніко-економічних параметрів системи наземного обслуговування ПС в сучасному аеропорту. Зокрема визначена мінімальна чисельність персоналу й технічних засобів, що забезпечують виконання заданих обмежень з якості обслуговування ПС і пасажирів. У ролі обмежень виступали тривалість очікування обслуговування, яка не повинна перевищити задану величину. Моделювання проводилося для пікових рівнів інтенсивності потоку ПС в аеропортах з обсягом 20-50 млн. пасажирів на рік. У якості вхідного потоку ПС брався діючий розклад польотів.

Список літератури

1. Далецкий, С. В. Эффективность технической эксплуатации лайнеров гражданской авиации [Текст] / С. В. Далецкий, О. Я. Деркач, А. Н. Петров. – М.: Повітряний транспорт, 2002. – 216 с.
2. Канарчук, В. Е. Авіаційна наземна техніка: довідник [Текст] / В. Е. Канарчук і ін. – М.: Транспорт, 1989. – 278 с.
3. Кельтон, В. Імітаційне моделювання [Текст] / В. Кельтон, А. Лоу. – Спб.: Пітер, 2004. – 847 с.
4. Кобзар, А. І. Прикладна математична статистика. Для інженерів і науковців [Текст] / А. І. Кобзар. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
5. Шварц, Г. Вибірковий метод / Г. Шварц. – М.: Статистика, 1978. – 213 с.

Р. М. Салімов, к.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна)

М. В. Олег (Національний авіаційний університет, Україна)

Керування процесом обґрунтування експлуатаційних характеристик авіаційної наземної техніки

Розглянуті питання оптимізації проведення науково-дослідних робіт зі створення нових зразків техніки при існуванні обмежень на фінансування її окремих етапів. Запропоновано дві стратегії у вирішенні питань обґрунтування експлуатаційних характеристик техніки за умов раціональної етапності проведення випробувань нових зразків техніки за умов мінімізації витрат на її створення.

Обґрунтування раціональної стратегії поставок дослідних зразків авіаційної наземної техніки (АНТ) з різними експлуатаційними характеристиками (ЕХ) для проведення випробувань, по своїй суті спрямоване на узгодження особливостей процесу випробувань і фінансово-економічних умов виконання дослідно-конструкторських робіт (ДКР). Оскільки випробування розтягнуті у часі, тому в умовах обмеженого фінансування представляється необхідним при складанні програми випробувань враховувати той факт, що випробування всіх підсистем АНТ не може проводитися паралельно. Це дозволяє зсунути терміни розробки систем, випробування яких проводиться на наступних етапах, вбік збільшення й навіть за межі виконання ДКР, збільшивши її тривалість [1].

Зміст і порядок виконання другого етапу досліджень враховує його перманентності, оскільки створенню АНТ нового покоління неминуче передують розробка АНТ попереднього покоління, її модернізація, у результаті чого може бути створений суттєвий заділ для нового покоління. Однієї із задач поетапного створення АНТ нового покоління, яка вирішується на другому етапі досліджень, є обґрунтування пропозицій з найбільш раціонального використання такого заділу в умовах недостатнього фінансування ДКР, що не дозволяє виконати її за один етап.

Досліджень першого етапу може виявитися досить для розробки раціональної стратегії виконання ДКР, суть якої в цьому випадку буде полягати в рознесенні в часі випробувань окремих підсистем і перенесення вбік збільшення директивного часу завершення ДКР у цілому в межах припустимого. Якщо в результаті цих заходів вдасться розв'язати проблему, породжену неможливістю фінансування ДКР у повному обсязі, тоді дослідження є достатніми. А якщо ні, тоді вони повинні бути продовжені в напрямку обґрунтування етапності створення підсистем АНТ.

Вхідною інформацією для обґрунтування раціональної етапності ДКР є:

- прогнозований на розглянутий період обсяг асигнувань, що виділяються на проведення ДКР і їх розподіл по роках при заданих термінах початку випробувань АНТ і завершення ДКР у припущенні повної її фінансування;

- ЕХ поставленої на випробування АНТ, що відповідають діючій нормативно-технічній документації, згідно з якою АНТ повинна надходити на

випробування з характеристиками й у комплектації, визначеними у технічному завданні на ДКР, у повному обсязі.

У випадку неможливості повного фінансування ДКР, коли її фактична вартість ($C_{\text{дкр}}$) перевищує виділені на неї кошти ($C_{\text{в}}$), може бути обрано одну з наступних стратегій виконання ДКР [2]:

- зміна директивних термінів завершення ДКР вбік їх збільшення за умови збереження встановленого порядку надходження АНТ на випробування;
- зміна і директивних термінів завершення ДКР у повному обсязі, і порядку прийняття АНТ на випробування в інтересах реалізації стратегії поетапного виконання ДКР, що допускає, що окремі підсистеми АНТ на проміжних етапах ДКР можуть не повною мірою відповідати технічному завданню на ДКР.

В загальному випадку друга стратегія буде кращою з погляду кінцевих термінів виконання ДКР, оскільки в цьому випадку відпадає необхідність чекати завершення розробки всіх підсистем АНТ, тим більше що однаково процес їх випробувань буде розтягнутий у часі з об'єктивних причин. Необхідно тільки обґрунтувати раціональну черговість проведення випробувань підсистем у складі АНТ.

Природно прийняти, що обґрунтування раціональної етапності виконання ДКР повинне проводитися за умови проведення всіх робіт з АНТ. Подальші дослідження з етапності надходження на випробування підсистем, які виконуються відповідно до методики досліджень, і організовані у вигляді ітераційного процесу, на кожному кроці якого виконується перевірка умови не перевищення деякого припустимого збільшення тривалості ДКР ($\Delta T \leq \Delta T_{\text{доп}}$). Задовольняючі цій умові варіанти відносяться до множини ефективних рішень, які згодом порівнюються між собою в інтересах пошуку такого, який би забезпечував максимальне використання виділених на ДКР коштів. На цьому процедура пошуку раціональної стратегії виконання ДКР закінчується, оскільки отримане рішення дозволяє розробити АНТ при заданих умовах фінансування ДКР і перенесення термінів не перевищить припустимої величини.

У випадку, якщо рішення, що задовольняє умові $\Delta T \leq \Delta T_{\text{доп}}$ не знайдене, процедура пошуку раціональної етапності виконання ДКР спускається на рівень окремих підсистем, де проводиться пошук не тільки раціональної черговості надходження підсистем на випробування, але й обґрунтування раціональної етапності їх розробки. Особливістю цієї задачі є те, що етапність розробки підсистем буде впливати не тільки на кінцевий термін прийняття АНТ в експлуатацію, але й на її ефективність, а, отже, і на ефективність авіапідприємств, оскільки АНТ перших етапів розробки будуть мати більш низьку ефективність. У зв'язку із цим у якості показника ефективності при обґрунтуванні раціональної етапності розробки підсистем можна прийняти втрати виробничого потенціалу авіапідприємства ($\Delta P_{\text{ан}}$).

З точки зору математичної моделі перерозподіл коштів між етапами проведення ДКР з обґрунтування ЕХ АНТ, і відповідно між суб'єктами, які задіяні в цьому проекті, можна здійснювати застосовуючи підходи розроблені в [3,4]. Так як усім проектом з вивчення можливостей створення АНТ нового зразка, або модернізації вже існуючого зразка, керує якась одна особа (група осіб) тому її згідно з прийнятою в теорії прийняття рішень термінологією

будемо називати особою, що приймає рішення (ОПР). Усіх інших суб'єктів, що приймають участь у проекті, будемо називати підлеглими. До них ми будемо відносити як окремих осіб, що виконують роботи з дослідження можливості реалізації проекту за дорученням ОПР, так і окремі організації та підприємства, які можуть бути залучені до виконання проекту за окремими договорами. Модель узгодження інтересів при вирішенні задач обґрунтування ЕХ АНТ можна представити таким чином:

$$J_v = \sum_{t=1}^T [g_v^t(p^t, q^t, u^t) - M_v \rho(u^t, U_v^t)] \rightarrow \max, \quad p^t \in P^t, \quad q^t \in Q^t;$$

$$J_u = \sum_{t=1}^T [g_u^t(p^t, u^t) - M_u \rho(u^t, U_u^t)] \rightarrow \max, \quad u^t \in U^t(q^t).$$

де J_v – цільова функція ОПР; J_u – цільова функція підлеглого; g_v^t – показник оптимальності ОПР на кроці t ; p^t – вектор дій з управління верхнього рівня, що мають природу економічного стимулювання; q^t – вектор дій з управління верхнього рівня, що мають природу заборон і нормативів; u^t – вектор дій з управління нижнього рівня; U_v^t – множина припустимих дій з управління підлеглого; $M_v \rho(\cdot)$ – штрафна функція; ρ – умовна функція, яка дорівнює нулю, якщо на кроці t стан робіт належить заданій множини X , і позитивна в протилежному випадку; M_v – штрафна константа ОПР; M_u – штрафна константа підлеглого; P^t , Q^t – множини припустимих дій ОПР та підлеглого; T – період впливу.

Висновки: Викладений підхід до обґрунтування раціональної етапності дозволяє не тільки обґрунтовано задати в технічному завданні на ДКР зі створення АНТ вимоги по етапності її проведення при прогнозованих обсягах фінансування й розподілі коштів за часом, але й здійснювати керування процесом виконання ДКР, використовуючи економічні важелі. Перевагою викладеного підходу є те, що розроблена на його основі методика дозволяє обґрунтовано робити перерозподіл коштів, які виділяються на кожному з етапів виконання ДКР. При цьому з'являється можливість враховувати конкретний стан розробки підсистем, необхідність фінансування на даному етапі та інші фактори як формального, так і неформального характеру.

Список літератури

1. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде [Текст] / В.Д. Ногин. – М.: ФИЗМАТГИЗ, 2002. – 176 с.
2. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы [Текст] / А.А. Денисов. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2004. – 296 с.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
4. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Текст] / В.И. Струченков. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 320 с.

Перспективи та проблеми впровадження сучасних технологій самообслуговування авіапасажирів

У статті визначено основні напрямки щодо впровадження наскрізної системи самообслуговування авіапасажирів, зокрема, максимальна увага зосереджена на аналізі таких технологічних процесів вищезазначеної системи, як самостійне обслуговування пасажирів на етапах реєстрації на рейс та оформлення і здачі багажу. Також проаналізовано основні проблеми, що стоять на шляху тотального переходу авіаперевізників до даної системи

Однією з головних задач, що постають перед світовою цивільною авіацією, є забезпечення пасажирських повітряних перевезень з високим рівнем якості, оперативності та безпеки. Для сучасних авіапасажирів з особливою актуальністю постає питання щодо створення та впровадження прогресивних логістичних систем пасажирських перевезень наземним транспортом від міста до аеропорту, нових, більш ефективних технологічних процесів з прискорення та спрощення проходження формальних процедур у терміналах аеропорту, як перед посадкою на рейс, так і по його завершенні.

У цьому контексті важливою проблемою залишається необхідність скорочення часу обслуговування авіапасажирів. За підрахунками економістів для більшості потужних міжнародних аеропортів цей час становить приблизно 3-3,5 год., із яких 1,5-1,8 год. займають операції, що виконуються в аеропорту, у тому числі близько 1,25 год. займає процес обслуговування пасажирів перед польотом, 0,4-0,6 год. – після польоту.

Час, що витрачається на транспортування пасажирів від міста до аеропорту, є суттєвим та складає в багатьох випадках до 50% загального часу обслуговування. Як правило, аеропорт знаходиться на відстані 20-40 км від великих міст (до аеропорту Бориспіль (від Києва) – 20 км, Схіпхол (від Амстердаму) – 17 км, Ф'юмічіно (від Риму) – 30 км). Скорочення часу на доставку пасажирів з міста до аеропорту та навпаки може бути пов'язане з покращенням транспортних зв'язків з аеропортом.

Скорочення часу безпосереднього обслуговування пасажирів в аеропорту може відбуватися за рахунок оптимізації проведення технологічних процесів обслуговування пасажирів і максимального впровадження засобів автоматизації та механізації технологічних процесів.

Світові тенденції щодо розвитку галузі обслуговування пасажирів в аеропортах визначають стрімке зростання підходу «зроби сам», тобто самообслуговування. Значна частина потужних міжнародних аеропортів Північно-Американського, Європейського та Азіатсько-Тихоокеанського регіонів вже сьогодні реалізують масштабну практику самостійного

обслуговування пасажирів на етапах реєстрації на рейс та, частково, оформлення і здачі багажу.

Як відомо, технологія використання кіосків самореєстрації загального користування (Common Use Self Services – CUSS) з'явилась у 1998 році завдяки зусиллям декількох авіакомпаній – членів Міжнародної асоціації повітряного транспорту – British Airways, Lufthansa, SAS та Swissair. Вже починаючи з 2005 року автомати прискореного обслуговування почали масово розповсюджуватись у багатьох аеропортах світу. Сьогодні більше половини всіх авіаперевізників перейшли на електронні квитки та активно впроваджують технологію CUSS.

Доцільно одразу наголосити на тому, що користуватись кіосками самореєстрації може виключно та категорія пасажирів, яка є власниками електронних квитків (e-ticket). Виконуючи вимоги інструкції достатньо простого інтерфейсу, варто обрати потрібну мову, після чого перейти до ідентифікації особистих даних. В автомат вставляється будь-яка кредитна карта або карта учасника заохочувальної бонусної програми для часто літаючих пасажирів (німецької Lufthansa, британської British Airways).

Наступний крок – у відповідних полях на екрані потрібно ввести прізвище, ім'я, номер квитка і код бронювання, а далі залишається лише обрати найзручніше місце на плані салону літака, отримати підтвердження про реєстрацію та роздрукувати посадковий талон.

У разі, коли пасажир має тільки ручну поклажу, процедура реєстрації є дійсно простою і займає близько 1,5-2 хвилин, вона вважається завершеною, і можна вирушати в зону митного контролю. Авіапасажир з валізами, отримавши посадковий талон, повинен слідувати до стійок прискореної здачі багажу (Fast Bag Drop), номери яких висвічуються на екранах кіосків. У деяких аеропортах кіоски самообслуговування обладнані вбудованими транспортерами, і після реєстрації видають багажну бирку, що, безумовно, спрощує процедуру оформлення багажу. Проблема може виникнути на етапі самостійного кріплення багажної бирки до валізи, що пояснюється відсутністю досвіду здійснення таких операцій у пересічних громадян, внаслідок чого пасажирський багаж може бути відбракований в автоматичній конвеєрній системі аеропорту.

Цілком очевидним є суттєве ускладнення технології самореєстрації пасажирів при наявності валіз, незважаючи на впровадження систем з максимальним рівнем автоматизації технологічних процесів для скорочення часу оформлення багажу:

1. Введення даних про резервування. Пасажир підходить до стійки системи і вводить дані про резервування: прізвище та номер бронювання. Після цього система знаходить пасажирів в списку і пропонує йому здати багаж. Дотримуючись інструкцій на екрані, пасажир розміщує багаж на конвеєрі, що зважає. Після перевірки ваги роздруковується багажна бирка.

2. Маркування і здача багажу. Дотримуючись інструкцій на екрані, пасажир наклеює бирку на багаж і підтверджує готовність до здачі. Система включає ваговий конвеєр і передає багаж для перевірки в тунель. У тунелі розташовані сканери багажної бирки і сканер габаритів багажу. Система

перевіряє габарити багажу, наявність на ньому бирки і приймає багаж до перевезення - транспортує в систему обробки багажу.

3. Роздруковка посадкового талона. Після закінчення здачі всіх одиниць багажу система роздруковує для пасажирів посадковий талон і запрошує його пройти на посадку в повітряне судно.

Проте вже зараз керівництво багатьох аеропортів відзначає, що час реєстрації та обслуговування при самостійному проходженні пасажирів цих процедур скорочується більш ніж в два рази. Відповідно, зменшується потреба у висококваліфікованому персоналі, скорочуються вимоги щодо наявності великих площ в аеропортах для обслуговування пасажирів, знижуються витрати на прибирання та утримання великих залів реєстрації.

Незважаючи на всю очевидну перспективність впровадження наскрізної системи самообслуговування авіапасажирів, варто зазначити на наявність певних проблем, які на думку авторів, на сьогоднішній день унеможливають тотальний перехід суб'єктів аеропортової діяльності та авіакомпаній до використання вищезазначеної системи.

Ось деякі з проблемних питань:

- суттєве ускладнення конструкції технологічного обладнання автоматизованої конвеєрної системи реєстрації та обробки пасажирського багажу шляхом приєднання додаткових конвеєрних підсистем самообслуговування, що може призвести до зниження загального рівня надійності;
- ймовірне збільшення кількості відбракованих одиниць багажу при його реєстрації внаслідок помилок пасажирів при здійсненні самостійного кріплення багажних бирок;
- складності у процесі самореєстрації пасажирів певних категорій, що не є адаптованими до використання смартфонів, комп'ютерних систем реєстрації, сучасних електронних терміналів (особи похилого віку, особи з певними релігійними поглядами, особи зі специфічними упередженнями щодо користування електронними приладами тощо);
- виникнення проблем соціального характеру, що пов'язані з очевидним скороченням значної кількості авіаційного персоналу.

Висновки: зважаючи на активне впровадження у практику функціонування аеропортів і авіакомпаній автоматичних систем, що базуються на сучасних інженерно-технічних рішеннях та інформаційних технологіях, зростання загального інтелектуального рівня та рівня комп'ютерної грамотності потенційних авіапасажирів, можна з впевненістю стверджувати, що подальший розвиток системи самообслуговування є незворотнім за умов вирішення певних проблем технічного, психологічного і соціального характеру.

Сьогодні все більше аеропортів переходить під управління інформаційних систем і впроваджує процеси самостійного обслуговування, що в кінцевому підсумку призведе до скорочення витрат авіакомпаній, зменшить собівартість перевезень і скоротить час перебування пасажирів в аеропорту.

*О.Ю. Сидоренко, к.т.н. О.М. Білякович, к.т.н., Т.І. Кузьменко
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Сучасні вимоги до транспортних засобів зі стрічковим конвеєром

У статті визначено основні вимоги щодо охорони здоров'я та безпеки авіаційного персоналу, а також, вимоги до функціональності та експлуатації транспортних засобів зі стрічковими конвеєрами, що призначені для навантаження/розвантаження окремих одиниць багажу або вантажу при наземному обслуговуванні більшості типів повітряних суден цивільної авіації

У рамках проведення гармонізації національної нормативно-технічної бази у галузі авіаційної наземної техніки до вимог європейських стандартів творчим колективом кафедри технологій аеропортів значна увага була приділена вирішенню питань вищезазначеної гармонізації стосовно вимог до засобів механізації з обслуговування повітряних перевезень, зокрема, до спецмашин, обладнаних стрічковими конвеєрами.

Як свідчить аналіз сучасної бази європейських стандартів, стрічкові конвеєри мають відповідати вимогам EN 15-1, EN 1915-2, EN 1915-3 і EN 1915-4. Розрахунок міцності та стійкості потрібно виконувати у відповідності до EN 1915-2.

Електрична система транспортних засобів зі стрічковим конвеєром повинна відповідати вимогам EN 1175-1 за винятком даних систем стандартних автомобільних шасі.

Транспортний засіб зі стрічковим конвеєром має бути придатним до обслуговування певних типів повітряних суден, для яких було зпроектовано дану спецмашину.

Якщо передбачено регулювання за висотою обох кінців стріли, конструкція повинна передбачати незалежне регулювання кожного з них.

Необхідно забезпечити доступ до точок технічного обслуговування, навіть з стрілою в найнижчому положенні, за відключеного джерела енергії.

Всі гострі краї або кути, що утворюються під час виробничого процесу, мають бути закруглені з мінімальним радіусом у 1 мм.

У разі використання передньої осі з ресорною підвіскою, для обмеження вертикального переміщення переднього кінця стріли під час руху транспортного засобу з стрічковим конвеєром повинні використовуватись амортизуючі пристрої.

У випадку використання гідравлічних опор потрібно забезпечити можливість їх прибирання у разі втрати потужності від допоміжних джерел енергії, наприклад, при використанні ручного насосу.

Конструкція освітлювальних приладів транспортних засобів з стрічковим конвеєром повинна відповідати вимогам EN 1837 з мінімальною електричною потужністю 25 Вт.

Самохідні транспортні засоби з місцем водія повинні бути обладнані пасамаи безпеки та мати альтернативний спосіб виходу на випадок аварійних

ситуації. Для доступу на поверхню стрічки потрібно передбачити сходинку.

Конвеєр необхідно сполучати з піднімальною системою за допомогою надійного кріплення для запобігання несанкціонованого роз'єднання.

Піднімальний пристрій конвеєра повинен бути захищеним від несподіваного руху за допомогою системи автоматичного захисту на гідравлічних циліндрах, наприклад шляхом використання запобіжного клапану, що кріпиться безпосередньо до циліндра.

У конструкції стрічкового конвеєру необхідно передбачити максимальний рівень безпеки для персоналу, зокрема, унеможливлення щодо захоплення або затягування стрічкою.

В місцях, де на кінці конвеєра кріпиться лоток, захист від потрапляння в проміжок між лотком і рухомою стрічкою необхідно забезпечувати конструктивно.

У тих випадках, коли транспортний засіб із стрічковим конвеєром обладнано кабіною водія, захист від здавлювання і різання між конвеєром і близько закріпленими деталями треба забезпечувати спеціальними захисними пластинами.

Передній кінець стріли конвеєра має бути захищеним відповідними засобами, наприклад, циліндричними огорожами або бічними колесами. Якщо задній кінець стріли має прилягати до підлоги повітряного судна (ПС), ця частина конвеєра також має бути захищеною.

Якщо на кінцях конвеєра встановлено систему захисту від зіткнення, вона повинна зупиняти рух транспортного засобу в напрямі руху.

Мінімальна допустима ширина стрічки – 600 мм. Стрічка має бути вулканізованою або скріпленою іншими способами, для уникнення виступу частин або розривів.

Поверхня стрічки повинна бути стійкою до ковзання та зпроектованою з урахуванням можливості стоку води.

Стрічка повинна підтримуватись валами і (або) іншими пристроями, що дозволяють безпечно просування по ній одиниць вантажу.

Тертя між барабаном і стрічкою має бути достатнім, щоб унеможливити ковзання за максимального корисного навантаження.

Конструктивно повинно бути встановлено систему натягу. Коригування натягу повинно бути можливим без демонтажу частин або використання спеціальних інструментів.

Система руху стрічки повинна вмикати захисний пристрій, який діє кожного разу, коли рушійна сила відсутня або сталася поломка, щоб запобігти руху стрічки під дією потенційної енергії вантажу.

Огорожі мають бути встановлені на кожній поздовжній стороні конвеєра, де максимальна висота від землі до поверхні стрічки перевищує 1 м. Одна або обидві огорожі можуть бути складаними або висувними. Складані або висувні поручні повинні втягуватись нижче за поверхню стрічки і мають бути автоматично закріплені в безпечному положенні захисним засобом примусової дії. Огорожі і напрямні поруччя можуть складатися чи розкладатися ззовні за робочої необхідності. Загальна висота огорожень, у перпендикулярному напрямі до робочої поверхні стріли, повинна бути не

менша ніж 850 мм. У деяких типах ПС така висота може перешкоджати правильному розташуванню транспортного засобу зі стрічковим конвеєром, що може призводити до їх пошкодження. Тому частини огорож можуть бути сконструйовані складаними або висувними.

Складані частини мають бути забезпечені від руху засобом безпеки фрикційної дії, стійким до сили не менше 200 Н. Даний засіб безпеки має бути легко встановлюваним без ризику здавлювання або захоплення. Усунення засобу має бути можливим вручну, в надягнутих захисних рукавицях.

Якщо над стрілою встановлено навіс і знімний дах від опадів вони не повинні перетинатися з рухомими частинами огорож. Передня кромка огорожі має бути достатньо пружною, щоб запобігати пошкодженням фюзеляжу повітряного судна.

На кожній поздовжній стороні конвеєра повинні бути встановлені бічні напрямні поруччя з мінімальною висотою 100 мм від поверхні стрічки. Напрямні поруччя можуть комбінуватися з огорожами і у такий спосіб замінити захисну пластину. Внутрішня поверхня напрямних поруччів має бути гладкою. Мінімальна ширина між напрямними поруччями — 700 мм. Напрямні поруччя мають бути коротшими ніж конвеєр і забезпечувати боковий доступ максимум на 1,2 м з борту ПС і максимум 1,5 м з перонної сторони конвеєра.

При проектуванні конструкції транспортного засобу зі стрічковим конвеєром повинні бути враховані наступні значення щодо навантаження:

- рівномірно розподілене мінімальне навантаження 1 324 Н (135 кг) на кожен метр стрічки конвеєра;
- мінімальне зосереджене навантаження 3 924 Н (400 кг) на базову ділянку з розмірами 0,6 x 0,8 м.

Ці навантаження можна не враховувати до спеціальних конвеєрів малої вантажопідйомності, які призначені для одиниць вантажу малої ваги (Розділ 0 EN 1915-1:2001).

Максимальна швидкість руху самохідного транспортного засобу зі стрічковим конвеєром з кабіною водія не повинна перевищувати 40 км/год.

Швидкість руху стрічки не повинна перевищувати 0,3 м/с і повинна бути регульованою, як мінімум, у діапазоні від 50 до 100 % від номінальної швидкості, з урахуванням умов навантаження.

В окремих випадках можуть бути передбачені вищі швидкості руху стрічки (Розділ 0 EN 1915-1:2001).

Максимальне провисання у будь-якій точці вантажної стрічки не повинно перевищувати 20 мм за умов навантаження, що зазначені у п. 5.2.2.3 EN 1915-2:2001.

Приводи органів керування повинні бути захищені від вмикання або пошкодження при падінні елементів вантажу, наприклад, відповідним розташуванням, міцним закріпленням.

Одночасний рух транспортного засобу зі стрічковим конвеєром, пересування стріли та/або стрічки має бути неможливим.

На самохідних транспортних засобах зі стрічковим конвеєром з кабіною водія будь-які зміни довжини або кута нахилу конвеєра мають бути регульованими лише з кабіни водія.

На самохідних, причіпних або пішохідно-керованих транспортних засобах зі стрічковим конвеєром, орган керування стрілою вгору і вниз має бути розташований в оптимальній позиції для забезпечення повної видимості обох кінців конвеєра.

Орган керування стрічкою (вперед/стоп/назад) не повинен вимагати постійного утримування і має бути встановленим у звичайній робочій зоні оператора(ів).

Аварійні вимикачі мають бути встановлені на обох кінцях стріли. Вони повинні відповідати вимогам категорії 0 EN ISO 13850:2008.

Аварійний вимикач зупиняє роботу всього обладнання включно з джерелом струму.

Під час активації аварійного вимикача має бути можливим опускання стріли.

Стационарне маркування певних інформаційних даних виготовляють з металевих пластин, що прикріплені заклепками або приварені до конструкції. У інформаційній табличці необхідно зазначити наступне:

- дозволене повне навантаження, що рівномірно розподілене вздовж стріли за максимального і мінімального нахилу;
- максимальне зосереджене навантаження на стрілу.

Висновки: гармонізація національної нормативно-технічної бази у галузі авіаційної наземної техніки до вимог європейських стандартів має важливе значення для розширення співпраці між провідними виробниками/постачальниками АНТ та суб'єктами аеропортової діяльності в Україні, удосконалення державної системи сертифікації у галузі аеропортового обладнання та технологій, підвищення і забезпечення якості та надійності машин, рівня безпеки при експлуатації АНТ і захисту навколишнього середовища.

*В.В. Астанін, д.т.н., О.І. Олефір, к.т.н., Г.О. Щегель, к.т.н., А.О. Олефір
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Сейсмоакустичне позиціонування авіаційної техніки в районі аеропорту системою акустичного спостереження «Трембіта»

Змодельовано, розроблено і виготовлено систему сейсмоакустичного позиціонування авіаційної техніки, основним призначенням якої є реєстрація механічних та природних об'єктів, що є джерелами акустичного сигналу, розрахунок їх місцеположення та потенційне визначення характеру загрози з метою досягнення високого рівня безпеки зльоту і посадки в районі аеропорту.

Важливою задачею, що стоїть перед технічними системами забезпечення функціонування аеропортів, є досягнення високого рівня безпеки, загрозами для якої можуть стати як природні, так і техногенні фактори [1]. Роботизація і автономізація самохідних машин і літальних апаратів призводить до стрімкого зростання загрози, яку становлять безпілотні віддалено керовані (RPAS, Remotely Piloted Aircraft Systems), а також автопілотовані пристрої, цілеспрямовано або ж випадково скеровані в райони підвищеної небезпеки зіткнення з літаками поблизу аеропортів, з будівлями чи технікою. Аналогічні проблеми виникають у сферах, пов'язаних із функціонуванням обладнання і машин на значних відкритих ділянках земної поверхні, таких як підприємства і заводи видобувної промисловості. Ґрунтовне дослідження зіткнень із безпілотними ЛА міститься в [2], дані по інцидентах надаються у звітах ASIAS, AIDS, ATSB та ін. [3].

В кожному випадку технічні засоби, що становлять загрозу, являються вираженими джерелами шумового забруднення. Так, типові частоти акустичних коливань, спричинених гвинтами мультикоптерів, лежать в діапазоні від сотень герц, що характерно для тяжких дронів, до близько 10 кГц для маневрених перегонових апаратів.

Задачею представленого дослідження стало створення системи сейсмоакустичного спостереження, основним призначенням якої є реєстрація джерел акустичного сигналу, їх позиціонування із наступним визначенням виду і характеру визначеного джерела.

Для вирішення поставленої задачі було розроблено пристрій акустичного спостереження з фокушуючою антеною, що містить акустичну антену і приймач акустичного сигналу від неї, виконаний із акустичною антеною з розташованим зі сторони приймача акустичного сигналу шаром матеріалу, який характеризується вищою, ніж у навколишньому середовищі, для приймання акустичного сигналу в якому передбачений даний пристрій, швидкістю розповсюдження звукових коливань реєстрованого діапазону частот, причому із забезпеченням зростання цієї швидкості у вказаному шарі вздовж розташованої у площині поздовжньої осі акустичної антени твірної у напрямку від краю до основи антени.

Здійснене чисельне моделювання і експериментальні дослідження показали, що в якості матеріалу акустичної антени доцільне застосування сіткозміцнених композиційних матеріалів, в яких окремі шари можуть бути замінені традиційними текстильнозміцненими препрегами на етапі формування ламінованої конструкції [4, 5].

Пристрій акустичного спостереження з фокусуючою антеною, як показано на рис.1, містить акустичну антену 1, приймач акустичного сигналу 2, а також формуючий внутрішню поверхню акустичної антени 1 і розташований зі сторони приймача акустичного сигналу 2 спеціалізований шар матеріалу 3, причому акустична антена 1 може бути виконана одношаровою або багатшаровою. На фіг. 1 також позначено поздовжню вісь 4, край 5 та основу 6 акустичної антени 1 та напрямки падіння на неї променів акустичних хвиль 7. Пристрій також може містити суміщений чи відокремлений від приймача 2 акустичного сигналу підсилювач сигналу 8, який надалі може бути пов'язаним дротовим зв'язком 9, бездротовим чином чи бути конструктивно суміщеним із блоком аналогово-цифрового перетворювача 10, блоком обробки, аналізу і збереження даних 11, блоком взаємодії із оператором і управління 12; систему кріплення 13.

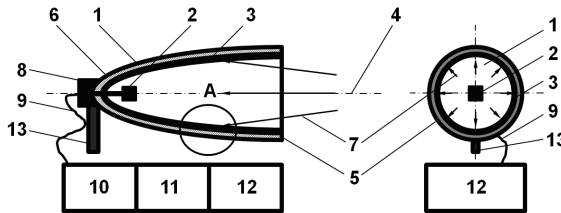


Рис. 1. Принципова схема пристрою акустичного спостереження джерел звукових коливань

Пристрій акустичного спостереження з фокусуючою антеною працює наступним чином. Як показано на фіг.1, зі сторони приймача акустичного сигналу 2 промені 7 падають на поверхню спеціалізованого шару 3, виконаного із заданою швидкістю розповсюдження акустичних коливань у напрямку твірної акустичної антени 1, розташованої у площині поздовжньої осі 4, від краю 5 до основи 6 акустичної антени 1. Шляхом багатократного заломлення та відображення за участю матеріалу шару 3 промені 7, які, будучи згенерованими різновіддаленими та боковими джерелами, потрапляють на поверхню акустичної антени 1 під різними кутами падіння, фокусуються у області внутрішньої порожнини акустичної антени 1 і сприймаються приймачем акустичного сигналу 2, який генерує відповідний сигнал, що надалі підсилюється підсилювачем сигналу 8, передається дротовим зв'язком 9 чи бездротовим чином до блоку аналогово-цифрового перетворювача 10, блоку обробки, аналізу і збереження даних 11, блоку взаємодії із оператором і управління 12. Блоком обробки, аналізу і збереження даних 11, крім іншого, проводиться розрахунок параметрів сигналу, його перетворення, порівняння [6]. Взаємодія із оператором блоком

взаємодії із оператором і управління 12 може реалізовуватись візуальним, акустичним чи іншим способом, причому оператор може знаходитись на місці чи віддалено. Блоком взаємодії із оператором і управління 12 здійснюється, зокрема, керування приводами системи кріплення 13, якою задається напрям розташування акустичної антени 1, керування підсиленням сигналу та частотними фільтрами, а також іншими параметрами системи.

При цьому завдяки реалізації запропонованої згідно з винаходом конструкції забезпечується можливість механічного підсилення сигналів від джерел звуку шляхом фокусування хвиль, що передує подальшому аналоговому чи цифровому підсиленню акустичного сигналу, зареєстрованого приймачем, завдяки чому зберігається корисна інформація, яку несе сигнал, яка в іншому випадку могла б бути втрачена ще на етапі реєстрації приймачем.

Створена система може застосовуватись для діагностування деформацій і пошкоджень об'єктів, що супроводжуються виникненням у середовищі пружних механічних коливань звукового діапазону, для реєстрації самого факту наявності акустичних збурень і для їх подальшого розпізнавання та ідентифікації, якщо джерело акустичних коливань знаходиться на певній віддалі від пристрою спостереження чи необхідно відокремити сигнал, що надходить з джерела, розташованого за певним напрямом у просторі.

Список літератури

1. Anghileri M. Birdstrike onto the composite intake of a turbofan engine / M. Anghileri, L. Castelletti, F. Invernizzi, M. Mascheroni // 5th European LS-DYNA Users Conference : Birmingham : 2005. – p. 1-10.
2. Wild G. Exploring civil drone accidents and incidents to help prevent potential air disasters / G. Wild, J. Murray, G. Baxter // Aerospace. – 2016. – p. 1-11.
3. EASA. Annual Safety Review 2016. Available online: <http://asndata.aviation-safety.net/industry-reports/EASA-Annual-safety-review-2016.pdf>
4. Astanin V.V. Peculiarities of impact damage of textile-reinforced composite materials under high and low impact speeds (in Ukrainian) / V.V. Astanin, O.I. Olefir, G.O. Shchegel, A.O. Olefir // Technological Systems. PJSC «Ukrainian research institute of aviation technology». – 2016. – № 1(74). – p. 34-45. – http://technological-systems.com/images/journal/2016/files/ts74_6.pdf.
5. Astanin V.V. Numerical simulation of high-speed impact of net-reinforced flexible composites (in Ukrainian) / V.V. Astanin, O.I. Olefir, G.O. Shchegel, A.O. Olefir // Technological Systems. PJSC «Ukrainian research institute of aviation technology». – 2014. – № 4(69). – p. 22-29. – <http://technological-systems.com/images/journal/2014/files/ts69.pdf>.
6. Olefir O.I. Collection system for status information of composite elements of runway and road coatings (in Ukrainian) / O.I. Olefir, A.O. Olefir // Technological Systems. PJSC «Ukrainian research institute of aviation technology». – 2013. – № 2(63). – p. 44-48. – <http://technological-systems.com/images/journal/2013/files/ts63.pdf>.

Удосконалена система управління наземним рухом в аеропортах

У роботі наведені результати аналітичних досліджень сучасних підходів до формування оптимальних систем організації, управління і контролю за наземним рухом повітряних суден та авіаційної наземної техніки в аеропортах цивільної авіації

Безпека руху повітряних суден (ПС) і авіаційної наземної техніки (АНТ) на робочій площі і площі маневрування аеродрому в даний час є однією з найбільш важливих складових, які безпосередньо пов'язані з ефективним функціонуванням сучасного аеропорту.

Як свідчить статистика, щороку в аеропортах має місце значна кількість інцидентів, пов'язаних з ушкодженнями ПС спецмашинами аеропортів (СМ), виникають надзвичайні ситуації, які можуть призвести до закриття аеропорту або зіткнення АНТ і ПС при їх рушенні.

Однією з головних причин таких ситуацій є недотримання, а, в більшості випадків, відсутність чітких і інформативних правил, які регламентують організацію руху ПС і АНТ в аеропортах, а також вимоги до посадових осіб - експлуатантам щодо їх забезпечення.

Питання системного підходу до організації наземного руху ПС та АНТ в аеропортах цивільної авіації обговорювалися давно.

Вперше про системний підхід почали говорити на міжнародному рівні в 1974 році на 8-й Аеронавігаційній конференції в Монреалі [2], яка проводилася по лінії ІКАО.

На цій конференції було вперше сформульовано ряд експлуатаційних вимог до формування власне системи управління наземним рухом та контролю за ним (SMGC).

У 1979 році ІКАО були опубліковані рекомендації з проектування і експлуатації таких систем у вигляді Циркуляра 148, який називався «Системи управління наземним рухом та контролю за ним».

Використовуючи накопичену практику і досвід впровадження системи SMGC в різних аеропортах, а також узагальнивши матеріали, що містяться в різних додатках до Конвенції про Міжнародну організацію цивільної авіації та в Правилах аеронавігаційного обслуговування - Правила польотів та обслуговування повітряного руху (PANS-RAC), Народа по аеродромах, повітряних трасах і наземних засобах (AGA), яка проводилася ІКАО у 1981 році, рекомендувала опублікувати додатковий матеріал у вигляді керівництва [3].

Слід зазначити, що галузевий документ, який регламентував питання організації наземного руху ПС та АНТ в аеропортах цивільної авіації колишнього СРСР, був розроблений і впроваджений у 1986 році і в Україні ним користуються дотепер.

Система SMGC розроблялася для забезпечення управління, контролю або регулювання руху ПС, АНТ і персоналу по робочій площі аеродрому.

При цьому, «управління» відноситься до засобів, інформації та рекомендацій, необхідним для того, щоб пілоти ПС і водії АНТ могли орієнтуватися при русі на аеродромі і щоб ПС і АНТ залишалися у межах наземних поверхонь або площ, призначених для руху по них.

«Контроль або управління» означає заходи, необхідні для запобігання зіткнень і для забезпечення плавного, безперервного потоку руху [3].

Система SMGC повинна забезпечувати управління, контроль або регулювання при русі ПС від посадкової ЗПС до місця стоянки на пероні і від цього місця до злітної ЗПС, а також при інших видах руху по покриттях аеродрому. До цих видів руху може відноситись, наприклад, рух від майданчика для технічного обслуговування ПС до перону або від перону до перону. Іншими словами, область застосування системи SMGC поширюється як на площу маневрування, так і безпосередньо на перон аеропорту.

Система SMGC включає відповідну комбінацію візуальних засобів, та не візуальних засобів, процедур, а також засобів контролю, регулювання, організації і інформації.

Системи, аналогічні SMGC, можуть бути різноманітними, від дуже простих систем на невеликих аеродромах з незначною щільністю руху в умовах хорошої видимості, до складних систем, що встановлюються на аеродромах з великою щільністю руху в умовах обмеженої видимості.

До експлуатаційних умов, які визначають характеристики тієї чи іншої системи SMGC відносяться умови видимості, при яких забезпечуються або плануються польоти в даному аеропорту і щільність руху.

Системи управління наземним рухом та контролю за ним слід проектувати за модульним принципом, з тим, щоб систему можна було доповнювати відповідними компонентами, коли це буде виправдано з точки зору щільності руху (табл.1).

Таблиця 1

Щільність руху	Кількість злетів та посадок	
	на ЗПС	на аеродромі (у середньому)
Незначна	15	20
Средня	16...25	20...35
Значна	26 та більше	більше 35

Для автоматизації управління наземним рухом в аеропортах можуть застосовуватися аеродромні радіолокатори (РЛС УНР).

Метою застосування РЛС УНР є запобігання зіткнень між ПС, зіткнень ПС, що знаходяться на площі маневрування, з перешкодами на цій площі, прискорення і підтримання упорядкованого потоку повітряного руху, надання консультацій та інформації, необхідної для забезпечення безпечного і ефективного здійснення польотів, своєчасне повідомлення про ПС, які потребують допомоги пошуково-рятувальних служб та ін.

Разом з тим системи типу SMGC, не завжди здатні надати ПС обслуговування, необхідне для забезпечення необхідних рівнів пропускної здатності аеродромів та безпеки руху, особливо в умовах обмеженої видимості.

У зв'язку з цим, в даний час, пропонується вдосконалена система управління наземним рухом та контролю за ним (A-SMGCS).

Система A-SMGCS відрізняється від системи SMGC тим, що вдосконалена система може забезпечити повне обслуговування на індивідуальній основі в набагато ширшому діапазоні погодних умов, значний щільності повітряного руху і варіантів схем аеродромів [4].

В усіх випадках система A-SMGCS повинна використовувати загальні модулі виходячи з конкретних потреб кожного аеропорту та аеродрому.

Впровадження системи A-SMGCS повинно бути пов'язане з експлуатаційними умовами, у яких функціонує аеродром.

Якщо система не буде задовольняти вимогам аеродрому, то це призведе до скорочення інтенсивності руху ПС або може вплинути на безпеку польотів. Важливо враховувати, що впровадження складних систем є не потрібним і економічно не виправдане на тих аеродромах, де щільність руху, складність конфігурації аеродрому і будь-яке поєднання цих факторів не створюють проблем для наземного руху ПС та АНТ.

Особливо важливими є питання пов'язані з організацією руху АНТ в аеропортах.

Усі водії СМ, яким необхідно перебувати на робочій площі аеродрому, повинні пройти офіційну підготовку і отримати відповідний сертифікат, з метою підтримки їх права на управління СМ або аеропортовим обладнанням тих типів, які вони будуть використовувати. Така підготовка повинна включати вивчення усіх правил і процедур, які застосовуються на аеродромі, і ознайомлення з усіма аспектами системи A-SMGCS, які стосуються водіїв СМ, включаючи використання, при необхідності, радіотелефонного зв'язку.

Всі водії СМ, яким необхідно перебувати на робочій площі аеродрому, повинні пройти обстеження з метою засвідчення того факту, що вони задовольняють необхідним медичним вимогам, включаючи слух і зорове розрізнення кольорів.

В аеропортах, що використовують систему A-SMGCS, уся АНТ, якій необхідно перебувати на робочій площі аеродрому, повинна бути оснащена обладнанням, що дозволяє використовувати цю систему. Однак, таке обладнання є непотрібним і економічно не виправданим для тих СМ, які обслуговують ПС тільки на стоянці, оскільки їхній рух здійснюється тільки на стоянку після парковки ПС.

На пероні система A-SMGCS може використовуватися тільки у тих зонах, де здійснюють маневрування ПС і конфліктна ситуація може виникати або між ними, або зі СМ.

Межі зон, які повинні бути вільними, коли стоянка є активною, можуть позначатися нанесеними фарбою лініями.

У міру розвитку технологій можуть впроваджуватися інші методи захисту активної стоянки. Важливо, щоб будь-яке нове технічне рішення було

гнучким для забезпечення функціонування системи управління наземним рухом під час руління ПС і, крім того, забезпечувало доступ обслуговуючої АНТ після парковки ПС.

Висновки

Організація наземного руху ПС та АНТ в аеропорту повинна відповідати прийнятій в міжнародній практиці системі аеронавігаційного обслуговування повітряного руху PANS-RAS і системі SMGS управління наземним рухом та контролю за ним з урахуванням специфічних експлуатаційних потреб аеропорту.

Усі аеропорти потребують системах SMGS. Однак кожна така система повинна відповідати умовам, в яких планується експлуатувати аеродром. Відсутність на аеродромі адекватної системи управління наземним рухом може привести до зниження інтенсивності польотів в аеропорту.

Системи управління наземним рухом та контролю за ним слід проектувати за модульним принципом, з тим щоб таку систему можна було доповнювати відповідними компонентами, коли це буде виправдано з точки зору щільності руху.

При виборі системи важливу роль відіграють фінансові міркування, однак слід враховувати, що вибір компонентів системи і їх розташування з урахуванням планованого її розвитку на перших порах може виявитись досить затратним, але в кінцевому підсумку таке рішення є економічно виправданим.

Список літератури

1. ДСТУ 3432 – 96. Авіаційна наземна техніка. Терміни та визначення.
2. ICAO Doc.4444. Правила аеронавігаційного обслуговування.
3. ICAO Doc.9476 – AN/927. Руководство по системам управления наземным движением и контроля за ним. – ИКАО: Издание первое – 1986.
4. ICAO Doc.9830 – AN/452 Руководство по усовершенствованным системам управления наземным движением и контроля за ним (A-SMGCS). – ИКАО: Издание первое – 2004.

Мінімізація показників небезпек при використанні азотних або кисневих агрегатів

Визначено специфічні вимоги щодо охорони праці та технічної безпеки, а також, деякі вимоги щодо функціональності та роботи азотних і кисневих агрегатів, призначених для всіх типів повітряних суден, що експлуатуються у цивільній авіації. Розглянуті мінімальні істотні критерії, що мають первинну значущість при забезпеченні безпеки при роботі із вказаними установками

Пневматичні системи призначені для забезпечення пневматичної енергією різних підсистем механізації управління зльотом і посадкою, забезпечення життєдіяльності екіпажу, створення умов роботи обладнання, які потребують автономних бортових джерел енергії.

Одним з таких джерел енергії є стиснений газ (повітря, азот і ін.) В балонах, розташованих в літаку. Таке джерело енергії має ряд переваг перед іншими по визначальним параметрам.

Киснева система повітряного судна призначена для створення льотному екіпажу (пасажирам, особовому складу десанту) необхідних умов життєдіяльності та забезпечення переносимості ними впливу несприятливих факторів (пониженого атмосферного тиску, перевантажень) при виконанні висотних і швидкісних польотів, катапультиванні в захисному спорядженні, а також для забезпечення форсажного режиму роботи авіадвигунів повітряного судна і надійного їх запуску в польоті.

Також при виникненні надзвичайної ситуації, внаслідок якої виникає дефіцит кисню в умовах польоту, може викликати стан ейфорії з наступною втратою свідомості. Щоб цього не допустити, на борту повітряного судна передбачається використання спеціальних кисневих масок.

Бортова киснева система повітряного судна включає в себе дві автономні (незалежні одна від одної) системи:

- кисневу систему забезпечення життєдіяльності екіпажу;
- систему кисневого підживлення авіадвигунів повітряного судна.

Стиснутий азот застосовується для заповнення надбакового простору з метою недопущення вибухонебезпечної концентрації парів палива з киснем повітря. Ця проблема особливо важлива для надзвукових літаків, де корпус літака, а отже, і палива в баках піддаються аеродинамічному нагріванню, крім того, сусідство паливних баків з двигунами також призводить до нагрівання палива і підвищення вибухонебезпечності.

Але при усій важливості згаданих пневматичних систем слід згадати, що робота з ними вимагає уважності та професійної підготовки. Особливої уваги потребує робота з використанням як чистого кисню так і азоту. Спеціалісти, які працюють з балонами із стиснутими газами, повинні

проходити періодичну перевірку знань та отримати інструктаж по безпечному обслуговуванню ємностей, які працюють під тиском.

Велика концентрація кисню є вибухонебезпечною. Також кисень у великих концентраціях навіть в умовах атмосферного тиску діє на організм як яд хроноконцентраційної дії. Так, при диханні чистим киснем в атмосферних умовах уже після 72-годинного дихання у легенях розвиваються запальні явища. При більш високому значенні тиску кисню запальні явища в легенях не встигають виникнути, так як через декілька хвилин виникають судороги, зупинка дихання та втрата свідомості. Це відбувається в зв'язку із кисневою інтоксикацією центральної нервової системи (ЦНС).

Так само як і кисень, азот, при великій його концентрації, негативно впливає на здоров'я людей. Азотна інтоксикація викликає розлад нервово-м'язової координації з наступним руховим збудженням, порушується сон людини. Впливаючи на вищі відділи центральної нервової системи (кору та мозжечок) і вимикаючи їх, азот у той самий час збуджує нижні відділи (проміжний, середній, продовгуватий та спинний мозок), викликаючи тонічні судоми. Тому, у цьому відношенні, азот близький до наркотиків.

У таблиці 1 зібрані усі небезпеки, небезпечні ситуації і події, визначені через проведення оцінювання ризику, як суттєві, для азотних і кисневих агрегатів і такі, що вимагають заходів щодо унеможливлення або скорочення їх виникнення.

Перелік небезпек

Таблиця 1

Небезпека	Небезпечна зона	Небезпечна ситуація
1	2	3
Здавлення Порізання Удар	Шасі і корпус агрегату	Здавлення, порізання або ударяння устаткуванням, що нахиляється, через брак стійкості та міцності
Захоплення Удар	Пішохідний засіб керування Робоче місце водія	Захоплення або ударяння через частини, що виступають Захоплення або ударяння через відсутність або незадовільність робочого місця водія
Удар	Посудини під тиском Робоче місце водія	Ударяння через невідповідні або небезпечні газові балони та вентилі Ударяння через втрату пристроїв утримування

Закінчення табл. 1.		
1	2	3
Контакт з (або) вдихання шкідливих рідин, газів, аерозолів, парів та пилу	Посудини під тиском Система заправлення під тиском	Вдихання газів через невідповідні посудини під тиском чи системи заряджання
Подання або викид рідини під високим тиском	Система заправлення під тиском	Ударяння газом під високим тиском через невідповідні системи, шланги і з'єднання
Електричні види небезпек	Джерело струму Акумулятор	Контакт з частинами під напругою Короткі замикання на акумуляторах або ослаблених контактах
Термічні види небезпек	Кисневий агрегат	Пожежа або вибух через невідповідну конструкцію кисневого агрегату
Недостатні інструкції	Інформація для використання	Відсутність даних Відсутність плакатів і піктограм пов'язаних з безпекою Відсутність робочої інструкції та інструкції з технічного обслуговування

Азотні та кисневі агрегати повинні розроблятися для використання тільки одного типу газу. Розрахунок даних установок має проводитися згідно існуючих технічних норм та стандартів. Самохідні агрегати повинні бути обладнані зручним робочим місцем водія. Одною із самих мінімальних вимог є обов'язкова наявність паска безпеки поясного типу. Самохідні агрегати з кабіною водія повинні мати альтернативний засіб виходу для водія у разі аварійної ситуації. Він повинен розміщуватись, якщо можливо, якнайдалі від звичайного виходу.

Газові балони повинні фіксуватися за допомогою затискувачів або стаціонарного кріплення на спеціально пристосованих площадках. Окрім цього, балони, що монтуються на агрегатах з двигунами внутрішнього згоряння, повинні захищатися безпечною відстанню або спеціальними щитами від впливу підвищених температур, які можуть бути викликані роботою двигуна або системи вихлопу. Вентилі балонів повинні захищатися від механічного пошкодження.

Шланги для видачі кисню або азоту повинні бути відповідної міцності, відповідної довжини і мають бути виготовлені з відповідного матеріалу. Їх

укладання має здійснюватися у спеціальні ніші і надійно фіксуватися під час транспортування, щоб уникнути їх пошкодження, гнуття, перекручування або скручування.

Компоненти конструкції, які контактують із киснем повинні виготовлятися з відповідного матеріалу, наприклад міді, нікелю, мідного сплаву з мінімальною часткою міді у 55 %, мідно-нікелевого сплаву. Кисневі агрегати повинні бути спроектовані з можливістю розміщення, як мінімум, одного легкодоступного для оператора вогнегасника на 6 кг. Конструкція кузова агрегату та засобів розміщення шлангів та кріплення повинна бути такою, щоб унеможливити зайве накопичення кисню. Кабіна водія має бути також захищеною від виникнення у ній великих концентрацій кисню.

На обох сторонах агрегату повинен позначатися тип газу літерами висотою, як мінімум, у 100 мм. На додаток до маркування, на видимих місцях кузова повинні розміщуватися наступні попередження:

«УВАГА: Перед роз'єднанням, зачиніть вентиль балону і стравіть тиск зі шлангу!»;

«УВАГА: якщо шланг(и) не використовуються, то переконайтеся, що він (вони) зберігаються належним чином!»;

«УВАГА: Не перевозьте газові балони без встановленого захисного ковпаку вентиля!»;

«УВАГА: Кисень! Не використовуйте оливу або мастило!»;

«УВАГА: Кисень! Не паліть!».

Робоча інструкція та інструкція з технічному обслуговування повинна надаватися з кожним азотним або кисневим агрегатом. Крім того, робоча інструкція та інструкція з технічного обслуговування повинні містити інформацію про:

- доправлення газу на повітряне судно;
- розміщення агрегату біля повітряного судна;
- під'єднування шлангів до повітряного судна;
- типи і характеристики шлангів, що використовуються для заміни;
- специфічні ризики поводження з киснем;
- безпечне водіння;
- місця паркування і транспортні засоби;
- заходи, до яких вдаються у разі аварійного випадку або поломки;
- регулярні перевірки, які здійснюються оператором;
- мінімальну навчальну програму для оператора;
- вимоги щодо безпеки під час технічного обслуговування, що обумовлені специфічною конструкцією агрегату.

Висновок: Конкретизовано технічні вимоги щодо мінімізації небезпек в розділі, що можуть виникнути під час введення в експлуатацію, роботи і обслуговування азотних і кисневих агрегатів, які використовуються згідно специфікації наданій виробником або його уповноваженим представником. Також враховуються деякі вимоги, які визнані, як суттєві, органами влади, виробниками повітряних суден та авіаційної наземної техніки (АНТ), а також авіакомпаніями та агенціями з транспортної обробки вантажів.

А.Г. Довгаль, к.т.н., О.І. Олефір, к.т.н., О.В. Харченко
(Національний авіаційний університет, Україна)

Вимоги до функціонування транспортних засобів для постачання готової їжі в повітряні судна

Встановлено технічні вимоги щодо мінімізації небезпек, які можуть виникнути під час введення в експлуатацію, роботи та обслуговування транспорту для постачання готової їжі, відповідно до інструкцій наданих виробником або його уповноваженим представником. Тут також враховано деякі важливі вимоги, які визнані як суттєві органами влади та виробниками авіаційної наземної техніки (АНТ).

Для можливості застосування в країнах Євросоюзу машини повинні відповідати чинним вимогам EN 1915-1, EN 1915-2, EN 1915-3 і EN 1915-4 останніх редакцій. Розрахунок міцності повинен бути здійснений відповідно до EN 1915-2.

Розміри, маса і інші характеристики (особливості) машин, які переміщуються автомобільними дорогами загального призначення, повинні відповідати всім чинним державним нормам тієї країни, де експлуатується автомобіль.

Машини мають бути оснащені повністю закритим фургоном і вантажною платформою, здатною досягати висоти дверей повітряного судна.

Шасі машин на рівні землі має бути оснащене захисними пристроями для того, щоб запобігти будь-якій можливості необережного потрапляння осіб під фургон у той час, коли він знаходиться у піднятому положенні.

Фургон або вантажну платформу має бути обладнано засобами безпечного доступу із землі.

Матеріал навісу пішохідної зони вантажної платформи має забезпечувати можливість легкого видалення води та снігу, наприклад, рифлені пластини згідно з EN 1386.

Ширина щілини між рівнями підлоги фургона, вантажної платформи і хвостового підйомника у разі зміни висоти має бути меншою ніж 10 мм. У випадку, коли різниця висот складає більш ніж 5 мм під час регулювання положення, зміни положення потрібно досягати з максимальним кутом нахилу у 15°.

Системи освітлення фургона і вантажної платформи не повинні формувати відблисків. Потрібно забезпечити мінімальний рівень освітлення 50 лк у будь-якій точці пішохідної зони.

Машини мають бути обладнані кабінами водія. Усі місця кабіни мають бути забезпечені інерційними ремнями безпеки з фіксацією у трьох точках, які використовують у стандартних автомобільних транспортних засобах.

Повна висота машин, з повністю опущеним фургоном, не повинна перевищувати 4 м. Залежно від аеропорту використання, висота транспортного засобу може бути нижчою (як то уснаслідок зумисного завантаження ресор).

Повна ширина машини під час руху, не повинна перевищувати 2,6 м. Але це також залежить від особливостей правил дорожнього руху інших країн, які можуть вимагати меншу ширину машини.

Для обчислення міцності конструкції виробником має встановлюватись мінімальне навантаження щодо зони зберігання вантажу та (або) пішохідної зони у 200 кг/м^2 .

До конструкції фургонів та вантажних платформ застосовують такі навантаження:

- підлога кузова фургону — 500 кг/м^2 ;
- підлога вантажної платформи – 300 кг/м^2 ;
- мінімальне місцеве навантаження на край вантажної платформи - 100 кг ;

За зазначених умов максимально дозволене просідання фургону або підлоги вантажної платформи складає 20 мм. Вимоги 5.2.2.4 EN 1915-2:2001 не поширюються на ці навантаження.

Всі ділянки, якими переміщуються візки, мають бути спроектовані для мінімального тиску на поверхню 10 Н/мм^2 . Жодне відхилення заборонено.

Мінімальна висота у будь-якій точці над зоною переміщення повинна бути не менше ніж 1,9 м. Треба пам'ятати про це під час встановлення, наприклад, освітлення, вентиляції та обшивки.

Фургон потрібно обладнати, щонайменше одним дверним отвором з мінімальною робочою шириною 0,8 м і висотою 1,9 м, який відкривається з обох сторін. Двері повинні відкриватися до внутрішньої частини фургону.

Частини передньої стінки фургону, які не використовують під час вантажних процедур мають бути захищені від падіння персоналу та вантажу.

Бокові стінки мають бути обладнані захисними пристроями для запобігання зіткненню з візками або вантажем.

Фургон має бути обладнано системою захисту вантажу для запобігання ковзанню, перекочуванню, нахилу, падінню устаткування, а саме:

- фіксованою сіткою для зберігання речей;
- кріпленням для пристроїв обмеження руху.

Елементи кріплення мають бути розраховані згідно з EN 12195-1.

Усі отвори фургону, які можуть відкриватися, повинні закриватися для забезпечення додаткової безпеки вантажу і з гігієнічних причин.

Потрібно забезпечити можливість зберігання пристроїв обмеження руху, коли їх не використовують. Засіб зберігання не повинен створювати ризиків і повинен захищати пристрій від бруду і пошкодження.

Машини мають бути обладнані вантажною платформою, що дозволяє виконувати перевантаження між фургоном і повітряним судном. Мінімальна придатна до використання ширина вантажної платформи, складає 700 мм. Вантажну платформу має бути сконструйовано так, щоб під час вантажних робіт, водій в кабіні міг бачити край платформи.

Вантажні платформи та елементи огорожі, ближчі до корпусу повітряного судна, повинні мати здатність до пристосування щодо контуру повітряного судна. Огорожі повинні мати залишковий максимальний зазор 150 мм до фюзеляжу повітряного судна. Профіль повинен узгоджуватись з

вимогами щодо сумісності відповідно до ISO 7718 і ISO 16004.

Висувні частини вантажної платформи і огорож повинні мати мінімальну довжину 0,5 м. Висувна частина вантажної платформи має бути захищена в будь-якому положенні. Максимальна сила, прикладена до висувної частини вантажної платформи і огорож, які торкаються до повітряного судна, не повинна перевищувати 400 Н. Якщо максимальна сила, спричинена рухом повітряного судна, перевищує 400 Н, то висувні частини не мають перешкоджати такому руху.

Передній край вантажної платформи, потрібно проектувати таким, щоб уникати пошкодження повітряного судна, переважно через застосування циліндричного бампера повної ширини з мінімальним діаметром 120 мм. Необхідно передбачати засоби убезпечення від падіння на всіх відкритих сторонах вантажної платформи, за винятком місць доступу до повітряного судна і фургона.

Передній кінець будь-якої частини огорожі, яка є дотичною до повітряного судна, має обладнуватись бампером (амортизатором). Конструкцію огорожі має бути зпроектовано таким чином, щоб дозволяла відкривання і закривання дверей повітряного судна доки висувна частина вантажної платформи повністю прибрана, в той час, коли машина перебуває біля повітряного судна не зважаючи на їх відносне розташування.

Вантажну платформу потрібно проектувати так, щоб унеможливити пошкодження дверей повітряного судна, які відкриті під час завантаження та (або) розвантаження. Цього можна досягти такими заходами:

- зменшення ширини платформи, щоб залишити простір під дверима повітряного судна. У цьому випадку вантажну платформу потрібно проектувати, як регульований міст;

- застосування механізму, який перешкоджає дверям повітряного судна відчинятися в бік вантажної платформи під час роботи з вантажем.

Гідравлічні рідинні резервуари повинні мати такі розміри, щоб за максимального випорожнення, щонайменше 20 % рідини залишалося в резервуарі.

Циліндри в гідравлічних підйомниках мають бути захищені від ненавмисного зниження тиску керованим оператором зворотнім клапаном, що встановлюється безпосередньо на циліндр.

Для забезпечення стійкості, під час навантажування/розвантажування повітряного судна потрібно встановлювати стабілізатори доки не буде розроблена машина така, яку можна використовувати безпечно за всіх умов без стабілізаторів. Стабілізатори у зібраному та у робочому положеннях не повинні виступати за повну ширину машини. Стабілізатори мають утримуватись у розкладеному і зібраному положеннях за допомогою відповідних засобів. Для гідравлічних стабілізаторів це забезпечується зворотними клапанами, розміщеними безпосередньо на циліндрі. Щоб стабілізатори гарантовано забезпечували стійкість транспортного засобу постачання готової їжі необхідно виконувати наступні умови:

- підняття кузова фургону має бути можливим лише за повністю випущених стабілізаторів;

- складання стабілізаторів має бути можливим лише тоді, коли фургон повністю опущено;
- керування транспортним засобом має бути можливим лише за повністю зібраних стабілізаторів.

Швидкість підймання і опускання фургону не повинна перевищувати 0,15 м/с, лінійна швидкість будь-якого виштовхувача для стабілізаторів не повинна перевищувати 0,03 м/с.

Органи керування для підймання і опускання фургону, вантажної платформи і стабілізаторів потрібно розміщувати у місці, з якого видно повітряне судно, край вантажної платформи і ділянки довкола стабілізаторів. У зонах непрямої видимості потрібно застосовувати додаткові засоби спостереження, наприклад, дзеркала або відеокамери, якщо це можливо.

Система керування кожним стабілізатором повинна забезпечуватись видимим показником підтвердження того, що стабілізатори є повністю зібрані чи повністю розкладені.

Аварійні вимикачі потрібно встановлювати на кожній панелі керування оператора, де може бути ввімкнена функція підймання, опускання і стабілізації. Якщо передбачено додатковий аварійний вимикач, він має бути доступним з рівня землі, на стороні машини протилежній положенню водія. Аварійні вимикачі повинні відповідати вимогам категорії 0 згідно з EN ISO 13850:2008. Аварійний вимикач не повинен активізувати основні гальма.

Можливість запуску і зупинки двигуна має забезпечуватись з кожної панелі керування оператора, з якої може бути ввімкнена функція підймання, опускання фургону або стабілізаторів. Потрібно забезпечити блокування для уникання одночасного руху і активації інших функцій.

Робоче освітлення має забезпечувати легкий доступ вантажного транспортного засобу до зони дверей повітряного судна вночі. Дизайн і встановлення світла повинні узгоджуватись з вимогами EN 1837:1999. Мінімальна електрична потужність лампи має складати 25 Вт.

Якщо використання гідравлічного устаткування вимагає встановлення регулятора, що убезпечує від високого тиску в режимі холостого ходу, він має вмикатись таким чином, щоб пристрій автоматично встановлювався у нейтральне положення після завершення дії.

Відкривання дверей фургону в піднятому положенні повинно унеможлилюватись. Це також стосується кабін, що піднімаються разом з фургоном.

Якщо передбачено попереджувальний пристрій, що забезпечує індикацію відкритого стану дверей фургону, його потрібно встановлювати на робочому місці водія.

Під час наближення машини безпосередньо до повітряного судна, має забезпечуватись її повільний рух без ривків і поштовхів.

Висновки: Встановлено технічні вимоги щодо мінімізації небезпек, які можуть виникнути під час введення в експлуатацію, роботи і обслуговування устаткування для постачання готової їжі в повітряні судна. Експлуатація вказаного обладнання має певну специфіку, яку слід враховувати згідно з інструкціями, наданими виробником або його уповноваженим представником.

*Д.О.Щербина, к.т.н., Є.П.Пугачевська, к.т.н., Л.Б.Приймак, к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Спеціальні вимоги до авіаційних підйомників, осьових домкратів та гідравлічних хвостових підпор

У роботі визначено спеціальні вимоги щодо технічної безпеки, охорони здоров'я, функціональності та роботи авіаційних підйомників, осьових домкратів та гідравлічних хвостових підпор, призначених для всіх типів повітряних суден, що експлуатуються у авіації.

Заходи безпеки при технічному обслуговуванні та ремонті повітряних суден регламентуються державними та галузевими стандартами та є невід'ємною складовою будь-якого технологічного процесу. Особливістю обслуговування повітряних суден є те, що ряд технологічних процесів потребує наявності спецобладнання для їх проведення (вантажні роботи, експлуатація ємностей, що працюють під тиском, зварювальні роботи тощо).

Перелік ризиків і небезпек (табл. 1) містить ризики, небезпечні зони і небезпечні ситуації, що є суттєвими для авіаційних підйомників, осьових домкратів і гідравлічних хвостових опор, та такі, що вимагають заходів із зниження ризиків.

Рівень міцності та стійкості авіаційних підйомників, осьових домкратів та хвостових гідравлічних підпор повинен бути узгоджений з відповідними вимогами та стандартами безпеки.

Оскільки запобіжний клапан використовують для захисту від перевантаження, його не можна розміщувати між циліндром і пристроєм керування. Запобіжний клапан має бути відрегульовано до найнижчого можливого значення.

Оператор повинен мати можливість управляти швидкістю опускання або зупиняти опускання підйомачів та домкратів за будь-якого навантаження нижче номінального, наприклад, на підйомачах та домкратах керованих вручну – клапаном з точним регулюванням.

Авіаційні підйомники, домкрати та хвостові гідравлічні підпори необхідно проектувати так, щоб забезпечити безпечне і легке спрямування, наприклад, одне колесо з трьох має бути поворотним.

На авіаційних підйомниках, домкратах та хвостових гідравлічних підпорах повинен бути забезпечений постійний доступ до опорної точки навантаження. При використанні драбини зі сходами максимальна відстань між четвертою сходинкою зверху і найвіддаленішою опорною точкою не повинна перевищувати 2,0 м.

У разі використання привідних авіаційних підйомників, домкратів та хвостових гідравлічних підпор, на кожному пульті керування мають бути встановлені аварійні вимикачі. Регульовані стабілізатори можуть розглядатися, як еквівалентні пристрої.

Таблиця 1

Перелік небезпек та ризиків

	Небезпека	Небезпечна зона	Небезпечна ситуація
1.1	Здавлення	Корпус пристрою Повітряне судно	Здавлення під повітряним судном через брак стійкості або міцності підйомника, домкрату чи хвостової підпори
1.1 1.2	Здавлення Порізання	Корпус пристрою Повітряне судно	Здавлення або порізання під час вирулювання внаслідок неправильного руління Здавлення або порізання через невідповідну систему підймання
1.2 1.5 1.6	Порізання Захоплення Удар	Корпус пристрою Повітряне судно	Порізання, захоплення або удару між повітряним судном та хвостовою підпорою через ненавмисний рух
1.6	Удар	Корпус пристрою Ручки Засоби керування	Удар підйомником, домкратом або підпорою через втрату або несправність стоянкового гальма чи подібного пристрою Удар або інше пошкодження внаслідок невідповідності ручок або засобів керування
1.7 1.8	Укол Ушкодження абразивними поверхнями	Корпус пристрою	Порізання або подрапання через відсутність чи невідповідність ручок або засобів керування
1.9	Подання або викид рідини під високим тиском	Гідравлічна система	Удар струменем рідини під високим тиском, викликане невідповідністю шлангів
8.1	Надмірне навантаження	Ручки Засоби керування	Пошкодження через надмірні зусилля внаслідок невідповідності ручок та засобів керування
14	Відмова контуру керування	Піднімальна система	Небезпека через несанкціоноване переміщення або втрату стійкості
21.1	Падіння людей під час спроби доступу до робочого місця	Драбини зі сходами	Падіння на землю, невідповідності засобів доступу до авіаційного підйомника, домкрату або хвостової підпори

Підйомна система авіаційних підйомників і домкратів має бути обладнана так, щоб відмова піднімального пристрою не призводила до будь-яких небезпечних рухів в точці підйому.

Якщо для підйому літака використовують більше ніж один підйомник чи домкрат, то:

- відмова одного приводу повинна викликати зупинку всіх підйомників чи домкратів;
- контроль за рухом має бути забезпечено, відповідно до вимог та стандартів безпеки;
- відхилення за висотою до 100 мм мають бути скореговані автоматично, а відмінності у висоті більш ніж на 100 мм повинні приводити до негайної зупинки всіх підйомників чи домкратів;
- опускання вручну заборонено.

Верхня опорна точка навантаження гідравлічних хвостових підпор у разі приєднання до точки підйому повітряного судна за допомогою головки має повторювати будь-який рух угору хвостової частини повітряного судна. Підпори не повинні відриватися від опорної поверхні. За досягнення тиску навантаження значення встановленого виробником для конкретного повітряного судна, запобіжний клапан повинен спрацювати і дозволити циліндру рух вниз хвостової частини повітряного судна. Для відстеження тиску в гідравлічній системі має бути встановлено манометр.

У разі використання гідравлічних хвостових підпор, вертикальні сили потрібно передавати опорній поверхні через стойку підпори. Не можна використовувати колеса для передачі цих сил. Гідравлічні хвостові підпори повинні дозволити будь-який рух опорної точки повітряного судна, які визначені виробником для конкретного повітряного судна.

Осьові домкрати потрібно проектувати з можливістю забезпечення легкого та точного встановлення, наприклад, з чотирьох коліс два - поворотні.

Пристрої для буксирування мають бути жорсткої конструкції. Ручки і засоби керування потрібно конструювати так, щоб під час використання за призначенням, не могли приводити до пошкоджень, наприклад, до защемлення через невідповідну конструкцію водила або порізання через гострі кромки і кути. Стаціонарне маркування виготовляють з металевих пластин, зафіксованих заклепками або приварених до конструкції.

На металевій пластині разом із назвою має бути зазначено:

- номінальне навантаження;
- тип повітряного судна, якщо є обмеження до певних типів літаків;
- для гідравлічних хвостових підпор: таблиця для порівняння співвідношення тиску до сили.

Висновок: у представленій статті розглянуто критерії, що мають первинну значущість для забезпечення, економічності і зручності у використанні авіаційних підйомників, осьових домкратів та гідравлічних хвостових підпор. Встановлено, що відхилення від рекомендованих критеріїв можливі тільки після проведення та опрацювання відповідних випробувань і ретельної експлуатаційної перевірки, яка б показала задовільність альтернативних методів або умов.

Істотні критерії використання транспорту для посадки інвалідів та осіб з обмеженими фізичними можливостями

Визначено специфічні вимоги щодо охорони здоров'я та безпеки, а також, деякі вимоги щодо функціональності та роботи транспорту, призначеного для доставки аеродромом, між будівлею аеровокзалу і повітряним судном, та здійснення посадки інвалідів та осіб з обмеженими фізичними можливостями. Головне це задоволення психологічних чинників, тобто відчуття благополуччя, безпеки, фізичного комфорту пасажирів і уникнення паніки

Перелік небезпек. В переліку ризиків і небезпек (табл.1), що складений на основі EN 1050 та містить специфічні ризики, небезпечні ситуації і події, додатково до тих, що зазначені у EN 1915, які враховано цим стандартом, визначені ризики, що оцінені, як істотні для транспортних засобів посадки інвалідів та осіб з обмеженими фізичними можливостями, які вимагають заходів по усуненню або зменшенню ризиків.

Таблиця 1.

Список ризиків

Номер за EN 1050:1996	Небезпека	Небезпечна зона	Небезпечна ситуація
1	2	3	4
1.1	Здавлення	Шасі Кузов фургона Платформи	Здавлення між посадковим транспортом і повітряним судном або іншим наземним обладнанням під час встановлення
1.1 1.2 1.6	Здавлення, порізання, удар	Шасі, кузов фургона	Здавлення, порізання або удар спричинений посадковим транспортом, що перекидається, через відсутність стійкості або міцності чи відсутність засобів виходу

Продовження табл. 1.

1	2	3	4
1.2 1.5	Порізання, захоплення	Шасі, кузов фургона, платформи	Порізання або захоплення між шасі і кузовом фургона або платформною або хвостовим підйомником під час вирівнювання
1.5 1.6	Захоплення, удар	Кузов фургона, платформи	Захоплення або удар інвалідним кріслом/ ношами-візком через безконтрольність рухів або відсутність простору
1.2 1.6	Порізання, удар	Хвостовий підйомник	Порізання або удар елементами хвостового підйомника під час піднімання або опускання
1.6	Удар	Кузов фургона, кабіна водія Шасі Кузов фургона, платформи Приміщення (кабіна) водія	Удар через відсутність простору або спричинений частинами, що стирчать Удар через невідповідність конструкції шасі, стабілізаторів і підлоги Удар через відсутності пристроїв утримування
1.7 1.8	Проколювання, тертя	Шасі	Порізання або дряпання через невідповідність якості поверхонь
2	Електричні види небезпек	Електричні системи, Джерело живлення, Акумулятори	Контакт з частинами під напругою Короткі замикання на акумуляторах або ослаблених контактах
7.3 8.5	Контакт із забруднюючими речовинами	Кузов фургона	Недосконалість конструкції інтер'єру, відсутність вікон і вентиляції

Продовження табл. 2.

1	2	3	4
9.2	Надмірна розумове навантаження, стресс Брак кисню		
19	Падіння Спотикання Ковзання	Шасі Кузов фургона, платформи Хвостовий підйомник Кузов фургона Платформи Хвостовий підйомник	Падіння на землю через відсутність або недостатність захисних поручнів, засобів доступу або безпеки Падіння, спотикання або ковзання через неумисні рухи або недостатню якість поверхонь
1.9	Небезпека пов'язана з поданням або викидом рідини під високим тиском	Гідравлічна система	Удар струменем гідравлічної рідини під високим тиском, викликаний невідповідністю шлангів
10	Несанкціонований рух	Органи керування	Небезпеки через невідповідність конструкції, положення або захисту органів керування
14	Відмова контуру керування	Органи керування	Небезпеки через відсутність або невідповідність аварійних вимикачів
21.5	Недостатня оглядовість	Органи керування	Погана видимість в робочій зоні або зоні переміщення з місця розташування органів керування

Закінчення табл. 3.

1	2	3	4
21.6	Невідповідне освітлення	Платформи Кузов фургона	Відсутнє або недостатнє робоче або аварійне освітлення
9	Поєднання небезпек	Додаткове устаткування	Різні небезпеки через взаємодію між стандартним транспортним засобом і додатковим устаткуванням
26	Недостатні інструкції	Інформація для використання	Відсутність даних і позначок Відсутність плакатів і піктограм щодо безпеки Відсутність інструкцій з експлуатації і інструкцій з технічного обслуговування

Загальні вимоги. Устаткування транспортних засобів посадки інвалідів та осіб з обмеженими фізичними можливостями, повинно відповідати вимогам EN 1915-1, EN 1915-2, EN 1915-3 і EN 1915-4.

Конструкція електроапаратури повинна враховувати будь-яке потенційно можливе втручання пасажирів, з'єднаних з кардіостимуляторами або супровідною електроапаратурою. Потрібно розглядати вимоги EN 60601-1 відносно будь-якого медичного устаткування, яке може бути використане на посадковому транспорті.

Розрахунки міцності потрібно здійснювати відповідно до EN 1915-2.

Габаритні розміри посадкового транспорту мають бути якомога меншими, відповідно до функції їх призначення. Загальна ширина посадкового транспорту в умовах переміщення (з прибраними стабілізаторами) не повинна перевищувати 2 600 мм. Висота транспорту у повністю зниженому положенні має бути не більше ніж 4,0 м. З практики визначено обмеження висоти у 3 800 мм, що задовольняє більшість місцевих обмежень висоти головного аеропорту.

Самохідний посадковий транспорт з кабіною водія повинен мати альтернативний засіб виходу для водія у разі аварійної ситуації. Він повинен розміщатися якнайдалі від звичайного виходу.

На всіх визначених місцях на самохідного посадкового транспорту мають бути встановлені системи утримування, як мінімум, повинен бути в

наявності поясний ремінь безпеки.

Якщо встановлено кабіну водія, це не повинно ускладнювати пересадку пасажирів на та з повітряного судна. Кабіну водія може бути розміщена з будь-якої сторони.

Кабіна водія не повинна виступати за передній край посадкової платформи.

Повинно бути можливо згладити передачу інвалідного крісла або ношах-візках від посадкового транспорту до повітряного судна, наприклад за допомогою забезпечення суцільного або вручну приєднуваного, сполучного мостового переходу. Перепади за висотою між переходами не повинні перевищувати 5 мм.

Дорожній просвіт (кліренс) посадкового транспорту повинен дозволити без перешкод перетинати ввігнутий або вигнутий стик двох поверхонь, що перетинаються під кутом 3° (5 %).

Конструктивні частини або стабілізатори пішохідно-керованого самохідного посадкового транспорту не повинні виступати за габаритну довжину в межах робочого діапазону рукоятки керування.

Кузов фургона або головна платформа повинні бути обладнані таким чином, щоб персонал мав безпечний доступ.

Якщо противідкатний захист або бокові захисти створюють загрозу здавлення або порізу, повинні бути вжиті заходи, щодо убезпечення від цих небезпек (див. 5.14 і додаток D EN 1915-1:2001). Противідкатні та/або бокові захисти можуть вимагатися за законом щодо транспорту який застосовують на автомобільних дорогах в країні використання.

Гідравлічні рідинні резервуари повинні мати такі розміри, щоб протягом максимального переміщення системи, як мінімум 20 % об'єму рідини залишалось в резервуарі.

Кузов фургона або головна платформа. Циліндри в гідравлічних піднімальних системах повинні бути захищені від неумисного зниження наприклад за допомогою керованого зворотнього клапану (гідрозамка), що монтується безпосередньо до циліндру.

Повинно бути достатньо місця для перевезення пасажирів на інвалідних кріслах або ношах-візках з супроводжуючими і, якщо необхідно, з будь-яким допоміжним устаткуванням. Локальна навантажувальна здатність кузова фургона або головної платформи, за рівномірного розподілу навантаги, повинна бути не менше ніж $3\,000\text{ Н/м}^2$.

Необхідно передбачити пристрої утримування інвалідних крісел, ношах-візках і сидіноків.

Конструкція пристроїв утримування і точок закріплення повинна забезпечувати достатню міцність щодо прикладених навантажень за нормальних режимів руху, включно з режимами руху посадкового транспорту на максимальній швидкості.

Внутрішні розміри головної платформи мають бути такими, щоб інвалідне крісло(крісла) або ноші-візки, супроводжуючий(супроводжуючі) і устаткування могли бути безпечно розміщені. При проектуванні прийнято вважати, що ноші-візки, можуть мати мінімальну габаритну довжину 1 900 мм,

габаритну ширину 570 мм і максимальну висоту у піднятому стані 940 мм. Приймаючи до уваги антропометричні зміни рекомендована мінімальна габаритна довжина 2 100 мм.

Внутрішня висота кузова фургона повинна бути не менше ніж 1 900 мм. Краще використовувати, де можливо, значення мінімальної висоти у 2 100 мм. Потрібно забезпечити місця з системами утримування для необхідної кількості супроводжуваних інвалідів чи осіб з обмеженими фізичними можливостями, відповідно до вантажопідйомності посадкового транспорту.

Відкриті головні платформи з обох сторін мають бути обладнані приєднаними поручнями або бічними панелями. Краще використовувати суцільні панелі.

Необхідно унеможливити ненавмисне відкриття будь-яких дверей та (чи) захисних поручнів кузова фургона або головної платформи в піднятому положенні.

Потрібно забезпечити засоби доступу до кузова фургону або головної платформи в опущеному положенні, наприклад через можливість опускання піднімальної системи до рівня ґрунту, встановлення хвостового підйомника.

Різниця у висотах між секціями має бути не більше 5 мм, ширина зазорів між різними ділянками повинна бути менше ніж 10 мм. Якщо різниця по висоті складає більше 5 мм, край стику повинен бути з нахилом, що не перевищує максимальний кут 15°.

Внутрішні поверхні кузова фургона або головної платформи не повинні мати ніяких виступів або кутів, які могли б викликати пошкодження, наприклад кути повинні бути з фасками або закругленими до мінімального радіусу 3 мм, якщо тільки згладжені кути не властиві стандартним профілям, які використовують в конструкції.

Внутрішні поверхні закритого кузова фургону повинні бути придатні до повторюваних очищень з використанням сильних миючих і дезінфікаційних речовин, а також придатні для повторюваного очищення водою під тиском і парою.

Закриті кузови фургонів повинні мати вікна уздовж кожної подовжньої сторони. Вікна повинні бути розташовані так, щоб пасажирів на сидіннях, інвалідних кріслах і ношах-візках, могли дивитися через них.

Закриті кузови фургонів повинні бути вентиляваними. Вентиляція має забезпечувати обмін повітря з мінімальною швидкістю 43 м³/год.

Посадкова платформа. Локальна навантажувальна здатність посадкової платформи, за рівномірного розподілу навантаження, повинна бути не менше ніж 3 000 Н/м².

Прогинання підлоги не повинне перевищувати 6 мм, щоб дозволити безпечну пересадку між кузовом фургону чи головною платформою і повітряним судном. Посадкова платформа, може бути невід'ємною частиною кузова фургону або головної платформи.

Поверхня підлоги посадкової платформи має:

а) бути не ковзкою;

б) забезпечувати можливість усунення води і снігу, наприклад через дренаж.

Мінімальна придатна до використання ширина посадкової платформи повинна складати 500 мм.

Якщо посадкова платформа є вужчою, ніж габаритна ширина транспортного засобу, платформа повинна дозволити бічний рух, для вирівнювання з дверима повітряного судна. Мінімальне бічне корегування повинне складати 200 мм.

Посадкова платформа повинна виступати, як мінімум, на 500 мм від крайньої передньої частини кузова фургону чи головної платформи, коли вона знаходиться в повністю складеному положенні.

Щодо самохідних посадкових платформ — посадкову платформу потрібно конструювати так, щоб водій в робочому положенні міг бачити передній край протягом всього робочого діапазону переміщення.

Необхідно передбачити поруччя проти падіння на всіх відкритих сторонах посадкової платформи за винятком доступу до повітряного судна і кузова фургону або головної платформи.

Передній кінець захисного поруччя, що торкається до повітряного судна, повинен бути обладнаним відповідною амортизацією.

Посадкова платформа і захисне поруччя, що торкається повітряного судна, повинні мати властивість пристосування до контуру повітряного судна. Платформи і захисне поруччя повинні бути такої конструкції, щоб залишити максимальний проміжок до фюзеляжу повітряного судна у 150 мм. Їхній профіль повинен відповідати вимогам щодо сумісності.

Вузькі посадкові платформи, які не забезпечують безперешкодного відкриття і закривання дверей повітряного судна, при експлуатації відповідно до вимог виробника, мають бути обладнані видвижним захисним поруччям. Деякі типи повітряних суден мають утоплені двері, з габаритним переміщенням дверей на 1,7 м.

Максимальна розтягувальна сила, прикладена до повітряного судна телескопічними частинами посадкової платформи і захисними поруччями посадкового транспорту не повинна перевищувати 400 Н. Якщо максимальна сила, викликана рухом повітряного судна, перевищує 400 Н, ці телескопічні частини повинні убезпечувати повітряне судно від пошкодження.

Хвостові підйомники потрібно конструювати з можливістю розміщення одного інвалідного крісла з супроводжуючим або ношах-візках з супроводжуючим.

Переміщення посадкового транспорту або підняття чи опускання кузова фургону або головної платформи хвостовим підйомником повинно бути можливим тільки за їхнього визначеного складеного положення.

Стійкості необхідно здійснювати згідно з EN 1915-2.

Посадковий транспорт повинен бути обладнаний висувними стабілізаторами для того, щоб забезпечити необхідну стійкість, доки не розроблено посадкового транспорту спроможного безпечно працювати в усіх умовах без стабілізаторів.

Стабілізатори у втягнутому положенні не повинні виступати за габаритну ширину транспорту. Краще, щоб стабілізатори в робочому положенні не виступали за габаритну ширину.

Якщо систему стійкості посадкового транспорту забезпечують висувні стабілізатори, їх конструкція повинна запобігти:

- підняття кузова фургона або головної платформи вище ніж на 2 540 мм, коли стабілізатори не повністю розкладені і підтримують транспорт;
- втягуванню стабілізаторів в призначених робочих режимах, поки кузов фургона або головна платформа не знижена до висоти 2 540 мм;
- переміщення (рух) транспорту, коли стабілізатори не повністю втягнуті або кузов фургона чи головна платформа не повністю опущена.

Причіпний посадковий транспорт повинен бути здатний до буксирування зі швидкостями до 32 км/год (20 миль/год).

Швидкість підняття і опускання кузова фургона не повинна перевищувати 0,15 м/с, лінійна швидкість для руху стабілізаторів не повинна перевищувати 0,03 м/с.

Посадковий транспорт повинен бути обладнано допоміжними засобами аварійного режиму, а саме:

- для опускання кузова фургону і навантажувальної платформи;
- для втягування стабілізаторів.

Допоміжні засоби аварійного режиму мають бути незалежні від первинного джерела живлення через використання, наприклад, ручного насосу або іншого незалежного джерела енергії. Органи керування цього джерела енергії повинні розміщуватися на рівні ґрунту і бути доступні тільки через санкціоновану дію.

У кузові фургона потрібно встановити додатковий пульт керування.

У кузові фургону пріоритет потрібно надавати органам керування для піднімання та опускання, і де необхідно, горизонтального руху.

Повинно бути можливим запустити і вимкнути двигун на кожному пульті керування оператора, де можна активізувати функції підняття і опускання кузова фургона.

Потрібно забезпечувати відповідне блокування одночасного переміщення і активації інших функцій.

Якщо функціонування гідравлічних агрегатів вимагає режиму високих обертів холостого ходу то їх потрібно блокувати так, щоб двигун автоматично повертався до режиму холостого ходу після закінчення виконання функції.

Якщо використовують сигнальний пристрій, що попереджує про відкриті двері кузова фургону, його потрібно встановлювати біля місця водія.

Освітлення. Потрібно освітлювати кузов фургона або головну платформу, посадкову платформу і хвостовий підйомник. Система освітлення повинна забезпечити мінімальне освітлення на рівні підлоги 150 лк.

Освітлення інтер'єру закритої зони, наприклад кузова фургону, посадкової платформи з тентом, повинне бути розсіяним і не засліплювати.

Висновки. Розглянуті мінімальні істотні критерії, що мають первинну значущість щодо підвищення надійності, безпечності, економічності і придатності до використання транспорту для посадки інвалідів та пасажирів з обмеженими фізичними можливостями.

Підвищення рівня безпеки при використанні устаткування для наземного руху повітряних суден

У статті наведено вимоги щодо охорони здоров'я та безпеки, а також, деякі вимоги до функціональності та експлуатації устаткування для наземного руху повітряних суден, яке застосовують для більшості типів ПС, що сьогодні експлуатуються у цивільній авіації. Розглянуті основні критерії, що мають первинну значущість для убезпечення ПС при наземному русі

Перелік ризиків і небезпек (табл. 1.) містить ризики і небезпечні ситуації враховані стандартом, що визначені за оцінкою ступеня ризику як суттєві, стосовно устаткування для наземного руху повітряних суден, і вимагають заходів, щодо унеможливлення або зменшення ризиків.

Таблиця 1.

Перелік ризиків і небезпек

Небезпека	Небезпечна зона	Небезпечна ситуація
1	2	3
Стискання Порізання	Корпус тягача Кабіна	Стискання між тягачем і повітряним судном через недостатню міцність, швидкість механізму, керування або гальма. Стискання між тягачем і повітряним судном через перевантаження носової опори шасі. Стискання між тягачем і повітряним судном через невідповідну процедуру зчеплення. Стискання або порізання під час регулювання висоти кабіни водія або підйомника буксирувальної штанги.
Стискання Втягнення або Захоплення	Корпус тягача Вбудована система рампи Система зчеплення безводильного тягача	Стискання або втягування під тягач під час зміни колеса. Стискання або захоплення між тягачем і повітряним судном або закріпленими установками.
Стискання Порізання Удар	Кабіна водія Водило Дишло	Удар через невідповідну конструкцію салону Стискання між тягачем або водилом і повітряним судном під час розчеплення Стискання або порізання через відсутність зазору

Закінчення табл. 1.

1	2	3
		Стискання або удар через відсутність ручок Стискання або удар через втрату або невідповідність бамперів чи нахилу води під час переміщення
Втягнення або захоплення Удар	Пішохідне керування Приміщення водія	Захоплення або удар через частини, що виступають Втягування або удар через невідповідну кабіну водія
Подання або викид рідини під високим тиском	Гідравлічна система	Враження струменем рідини під високим тиском, яке викликане невідповідністю шлангів
Електричні види небезпеки	Джерело енергії	Контакт з частинами під напругою
Нехтування ергономічними принципами	Кабіна, Водило, Дишло	Неергономічна конструкція салону, невідповідні розміри або вага
Відмова контурів керування та регулювання		Відмова системи або втрата показань пристроїв
Пожежа	Баки для пального тягача	Розповсюдження вогню через невідповідність баків для пального і невстановлення або втрату протипожежного захисту
Невідповідне освітлення	Кабіна Ділянка зчеплення Рампа	Різні ризики, наприклад, удар, ковзання, спотикання або падіння
Неправильне розміщення або конструкція органів ручного керування	Пристрої керування	Різні ризики для людей під час роботи устаткування для наземного руху повітряних суден
Не повні інструкції	Інформація для використання	Відсутність даних і маркування Втрата інструкції з експлуатації та (або) інструкції з технічного обслуговування

Устаткування для наземного руху повітряних суден повинне відповідати вимогам, якщо інше не визначене у стандарті.

На тягачах з кабіною повинні бути системи пристроїв пасивної безпеки. Для водія, як мінімум, мають бути паски безпеки наколінного типу.

Кузов тягачів повітряних суден необхідно розробляти так, щоб полегшити доступ для заміни коліс і шин за допомогою використання відповідного піднімального устаткування.

Якщо тягач повітряного судна забезпечений буксирувально-штовхаючим підйомником, його необхідно забезпечити за допомогою спеціального механічного стрижня фіксації.

Електрична система акумуляторно-привідного устаткування для наземного руху повітряних суден повинна відповідати технічним вимогам, за винятком стандартного самохідного шасі.

Тягачі, розроблені з більше ніж одним режимом рульового керування, щоб запобігти зміні режиму, повинні бути обладнані блокувальними пристроями. Блокування має відбуватися доки всі колеса не знаходяться в прямому положенні і доки швидкість руху не перебільшує 5 км/год . Обраний режим рулювання має бути чітко вказаний оператору.

Гідравлічні системи рулювання повинні забезпечувати пріоритет щодо живлення рульового керування відносно будь-якого іншого гідравлічного устаткування, що живиться від того ж джерела живлення.

Якщо використовують електронні засоби контролю рулювання, має бути гарантія, що оператор забезпечений показчиком будь-якої відмови, яка може несприятливо вплинути на роботу системи рулювання.

Робоче гальмо тягача повітряних суден повинне забезпечувати зупинку тягача при переміщенні його з максимальною робочою швидкістю з мінімальним гальмівним співвідношенням у 35 %.

Робоче гальмо повинне зупиняти маневрену одиницю (тягач-повітряне судно), що рухається з максимальною робочою швидкістю буксирування на рівній, горизонтальній, чистій і сухій бетонній поверхні з мінімальним уповільненням у $0,5 \text{ м/с}^2$.

Розподіл сили гальмування повинен бути таким, щоб маневрена одиниця (тягач-повітряне судно) уповільнювалась рухаючись точно по прямій лінії.

Тягачі повітряних суден мають бути забезпечені резервним гальмом, що у випадку відмови системи робочого гальма повинне бути здатним зупинити тягач, який рухається з максимальною робочою швидкістю та мінімальним гальмівним співвідношенням у 20 %.

Резервне гальмо може бути невід'ємною складовою частиною робочого або, якщо це конструктивно можливо, може об'єднуватися з стоянковим гальмом.

Тягачі повітряних суден мають бути обладнані стоянковим гальмом, яке забезпечує тягач саме від вільного кочення із гальмівним співвідношенням, як мінімум, у 18 %.

Під час проектування систем гальмування повинно бути передбачене запобігання одночасному приведенню в дію робочого і стоянкового гальма, що може привести до перевантаження носового шасі повітряного судна.

Тягачі повітряних суден повинні розроблятися таким чином, щоб швидкість руху тягача або маневреної одиниці (тягач-повітряне судно) не перевищувала 32 км/год .

Швидкість підняття і опускання рухомих кабін водія не повинна перевищувати 0,2 м/с.

Тягачі повітряних суден, сконструйовані з можливістю руху у двох напрямках, повинні мати повне устаткування освітлення на обох кінцях. Відповідне освітлення повинне автоматично вмикатися, коли вибрано напрям водіння.

Тягачі повітряних суден повинні забезпечуватися пристроями для освітлення зчіпних зон. Мінімальна електрична потужність лампи повинна складати 25 Вт.

Внутрішнє освітлення кабіни оператора повинне бути достатнє для читання інструкцій.

Тягачі повітряних суден повинні мати попереджувальні маяки, встановлені так, щоб їх було видно з усіх сторін, і де вони не заважали б операторам. Тягачі повітряних суден з кабінами водія, розташованими у обох кінцях, повинні мати, як мінімум, два попереджувальні маяки.

Водила і дишла з боків повинні мати два помаранчеві відбивачі світла, приєднані біля зчіпних кінців.

Водила і дишла з довжиною більше 2,5 м повинні мати додаткові помаранчеві відбивачі світла, приєднані у центральній частині.

Сили, що з'являються під час нормальної експлуатації устаткування для наземного руху повітряних суден, повинні бути в межах визначених для конкретного типу повітряного судна. Силами, що виникають під час руху можуть бути:

- сили прискорення і уповільнення;
- сили, що виникають внаслідок гальмування;
- сили буксирування, що виникають при буксируванні в умовах, коли активовані гальма повітряного судна або встановлені колісні упори;
- сили обертання;
- сили навантаження, які виникають внаслідок опору коліс, що не крутяться.

Тягачі повинні забезпечувати плавне і кероване прискорення і уповільнення. Системи захоплення і звільнення, якщо такі є, повинні забезпечувати плавну та керовану роботу, щоб мінімізувати навантаження на шасі повітряного судна під час під'єднання і від'єднання.

Елемент з'єднання повітряного судна (наприклад колеса, елемент приєднання водила) має бути сконструйований так, щоб запобігати раптовому від'єднанню повітряного судна від приєднувального пристрою на устаткуванні для наземного руху за допомогою спеціального механічного фіксатора, наприклад, засуву.

Форма пристрою для утримування повітряного судна має бути сконструйована так, щоб запобігати їх взаємному пошкодженню.

З'єднання між пристроєм утримування повітряного судна, устаткуванням для наземного руху і повітряним судном повинне бути достатнім, щоб передати усі зусилля, що виникають за робочих умов.

На безводільних тягачах рух повинен автоматично припинятись, доки зчіпна операція не завершена і це візуально не визначено.

Про аварійний режим роботи систем утримання безводильних тягачів повинно бути сповіщено слуховими і візуальними попереджувальними сигналами.

У разі відмови зчіпної системи безводильних тягачів, повинна бути можливість звільнити шасі літака вручну або за допомогою аварійної системи.

Конструкція з'єднання на устаткуванні для переміщення повітряного судна у під'єднаному стані не повинна створювати жодної небезпеки стискання та прорізання.

Устаткування для переміщення повітряних суден має бути обладнане системою безпеки, що зупиняє рух устаткування у разі контакту з зовнішньою поверхнею механічної перешкоди.

Висновки: Встановлено технічні вимоги щодо мінімізації небезпек, які можуть виникнути під час введення в експлуатацію, роботи і обслуговування устаткування для наземного руху повітряних суден. Експлуатація вказаного обладнання має певну специфіку, яку слід враховувати згідно з інструкціями, наданими виробником або його уповноваженими представниками. Також враховано деякі важливі вимоги, які визнані органами влади, виробниками авіаційної та авіаційної наземної техніки, а також авіакомпаніями та агенціями з транспортної обробки вантажів.

А.А. Приходько, д.ф.-м.н., С.В. Алексеенко, к.т.н.,
(Днепропетровский национальный университет
имени О.Гончара, Украина)

Моделирование процесса обледенения аэродинамических профилей

Математическая модель обледенения аэродинамических поверхностей базируется на уравнениях неразрывности, сохранения количества движения и энергии. При реализации методики использовался метод контрольных объемов для каждого из элементов поверхности. Приведены результаты расчета нарастания льда с учетом режима обледенения и формы существования влаги на аэродинамическом профиле.

Постоянный интерес к проблеме обледенения летательных аппаратов вызван необходимостью обеспечения безопасности полетов в неблагоприятных метеоусловиях. Исследование процесса образования ледовых наростов и разработка противообледенительных систем представляет собой многопрофильную задачу, охватывающую различные исследовательские направления, такие как метеорология, аэродинамика, тепломассообмен, физика фазовых переходов, материаловедение. Процесс обледенения является одним из наиболее сложных приложений вычислительной аэродинамики и тепломассообмена. Известно несколько специализированных пакетов программ для моделирования обледенения [1-4]. Эти инструменты используют различные модели механики сплошной среды, имеют различную точность и требуют различную мощность компьютеров. Лишь немногие из них рассматривают процесс обледенения как нестационарный, используют уравнения для многофазных сред при описания движения воздуха и переохлажденных капель воды, соотношения, адекватно описывающие фазовые переходы воды.

В докладе описана математическая модель процесса обледенения, разработанная на основе экспериментальных наблюдений [5, 6] и базирующаяся на уравнениях неразрывности, сохранения количества движения и энергии. Представлены результаты расчета обледенения аэродинамического профиля *NACA 0012*.

Расчет воздушно-капельного потока. При расчете внешнего потока влажного воздуха, содержащего переохлажденные капельки воды используются модель взаимопроникающих сред. Для описания несущей среды применены осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье–Стокса в векторно-интегральной форме.

При моделировании турбулентности применяется однопараметрическая дифференциальная модель Spalart-Allmaras [7] с коррекцией для шероховатой стенки [8] и метод отсоединенных вихрей DES [9].

Методика численного расчета. Дискретизация осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса выполнена с помощью неявного конечно-объемного метода. Для вычисления конвективных слагаемых используется

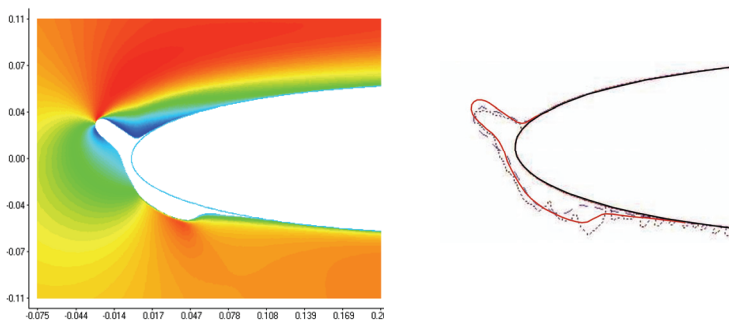
схема Roe [10]. Вязкие слагаемые аппроксимируются по трехточечному шаблону со вторым порядком точности. Блочно-матричная система алгебраических уравнений решается итерационным алгоритмом Гаусса-Зейделя.

Моделирование нарастания льда, длящееся в среднем 5–10 минут, выполняется итерациями с приращениями по времени в условиях, определяемых параметрами атмосферы. Математическая модель, описывающая движение переохлажденных капелек позволяет вычислить поток влаги, выпадающей на обтекаемую поверхность. Затем на каждом шаге по времени на основе термодинамической модели нарастания льда для каждого контрольного объема определяется форма существования влаги, рассчитывается толщина слоя накопленного льда и шероховатость поверхности. При этом процесс моделирования нарастания льда осуществляется на макро- и микроуровнях.

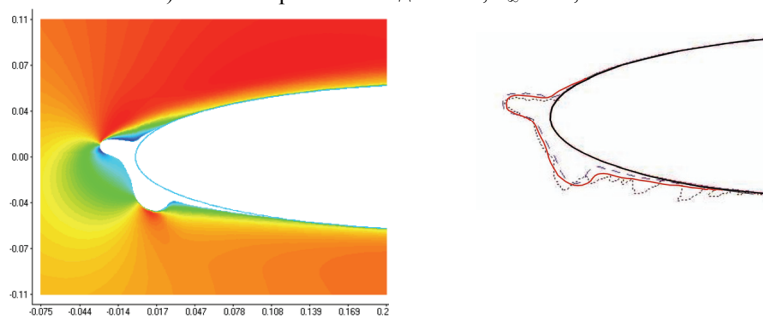
Термодинамика нарастания льда. Для описания термодинамических процессов фазовых превращений воды, выпавшей в виде переохлажденных капелек на обтекаемую поверхность, используется метод контрольных объемов [1-3, 11-13]. Внешние тепловые и массовые потоки, входящие в уравнения баланса массы и энергии для контрольного объема определяются непосредственно из решения системы уравнений, описывающих воздушно-капельный поток. При этом были сделаны следующие основные допущения: физические превращения в поверхностном контрольном объеме в пределах шага по времени происходят мгновенно, процессы гидродинамики в пределах временного шага считаются квазистационарными, теплопроводность льда считается пренебрежимо малой, замерзание жидкости на поверхности происходит со стороны тела, при этом температура поверхности определяется из теплового баланса.

Движение воды по обтекаемой поверхности. На основании данных, полученных в результате проведения экспериментов [5, 6], полагаем, что механизм перемещения незамерзшей жидкости вдоль обтекаемой поверхности следующий: при достаточно высокой температуре и влажности вода может принимать форму несплошной пленки, обтекающей «бугорки» льда, и перемещаться под действием аэродинамической силы, а при более низкой температуре и влажности, а также в области торможения и в дальней области ледяных образований вода перемещается посредством разбрызгивания с последующим «подхватыванием» отскочивших капелек внешним потоком и «вторичным» выпадением, а также «перепрыгиванием» в результате столкновения переохлажденных капелек с обледеневающей поверхностью.

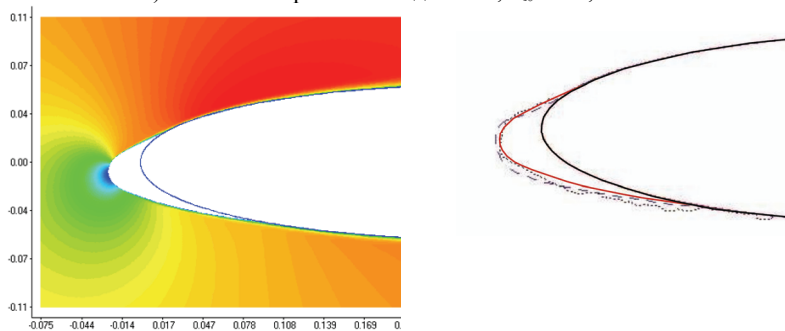
Верификация и тестирование. Для тестирования разработанной методики использовались обширные экспериментальные данные по обледенению профиля *NACA 0012* [4].



а) влажный режим обледенения, $T_{\infty} = -7,78^{\circ}\text{C}$



б) смешанный режим обледенения, $T_{\infty} = -9,44^{\circ}\text{C}$



в) сухой режим обледенения, $T_{\infty} = -22,78^{\circ}\text{C}$

Рис. 1. Формы ледяных наростов на профиле *NACA 0012*

Результаты расчетов. Ниже приведены результаты расчетов, охватывающие три режима обледенения профиля *NACA 0012* (рис. 1) с длиной хорды $L = 0,53$ м, обтекаемого под углом атаки $\alpha = 3,5^{\circ}$ двухфазным воздушно-капельным потоком. Параметры потока принимались следующими: скорость набегающего потока $V_{\infty} = 102,8$ м/с, давление на бесконечности

$p_{\infty} = 10^5$ Па, водность $LWC = 0,00055$ кг/м³, диаметр капелек $d_k = 20$ мкм, время обледенения $t = 265$ сек.

На рис. 1 представлены результаты численного моделирования (слева на рисунках приведены изомахи набегающего потока) и проведено сравнение с известными расчетными и экспериментальными данными (— — расчет настоящей работы, $\square \square \square$ — экспериментальные данные [4], - - - - расчет по LEWICE [4]) при температуре набегающего потока $T_{\infty} = -7.78^{\circ}\text{C}$. Такой расчетный случай соответствует влажному режиму обледенения – в области точки торможения образуется стекловидный лед, на поверхности и над поверхностью которого находится большое количество незамерзшей воды, перемещающейся вниз по потоку посредством разбрызгивания и «перепрыгиваний» [5]. По мере удаления от области торможения незамерзшей жидкости становится больше, она начинает перемещаться также и с растеканием, пограничный слой становится турбулентным, коэффициент конвективного теплообмена растет и, как следствие, замерзшая доля входящей в контрольный объем воды увеличивается; на ледяной поверхности образуются бугорки, выступы, служащие основой для формирования характерных крупных рогообразных ледяных наростов. В области этих выступов набегающий поток ускоряется, возникает срыв потока.

С уменьшением температуры набегающего потока (рис. 1) протяженность области «гладкого» льда уменьшается, высота и размеры «рогов» также уменьшаются, при этом в дальней области нароста преобладает рыхлый лед. Такие условия соответствуют смешанному режиму обледенения.

При температуре набегающего потока $T_{\infty} = -22,78^{\circ}\text{C}$ (рис. 1) во всей области выпадения влаги на поверхность профиля образуется рыхлый лед (вся выпадающая влага практически мгновенно замерзает), нарост имеет гладкую обтекаемую форму без крупных выступов и микронеровностей характерную для сухого режима обледенения.

Предложенная методика также позволяет рассматривать задачи обледенения с подогревом обтекаемой поверхности, а именно выбрать/оценить для заданной протяженности защищаемой области профиля необходимую мощность нагревательных элементов для каждого элемента профиля, определить оптимальную периодичность нагрева, учесть и смоделировать процессы образования «барьерного» льда при работе противообледенительной системы и оценить влияние такого льда на аэродинамические характеристики профиля [13].

Выводы

Разработанное программно-методическое обеспечение может быть использовано наряду с натурными и наземными экспериментами для моделирования процесса образования ледяных наростов, в том числе «барьерного» льда в заданных метеорологических условиях и оценки влияния таких наростов на эксплуатационные характеристики летательных аппаратов. Полученные результаты могут найти применение при обеспечении безопасности полетов, расследовании авиационных происшествий и проектировании противообледенительных систем.

Список литературы

1. Wright W.B. Users Manual for the Improved NASA Lewis Ice Accretion Code LEWICE 1.6, National Aeronautical and Space Administration (NASA), Contractor Report, –1995. May. – 95 p.
2. Guffond D., Hedde T., Henry R. Overview of Icing Research at ONERA, Advisory Group for Aerospace Research and Development // Fluid Dynamics Panel (AGARD/FDP) Joint International Conference on Aircraft Flight Safety - Actual Problems of Aircraft Development, Zhukovsky, Russia – 1993. – 7 p.
3. Fortin G., Ilinca A., Brandi V. A new roughness computation method and geometric accretion model for airfoil icing // J. Aircraft. 2004. Vol. 41, No. 1. - P. 119–127.
4. Wright W.B., Rutkowski A. Validation Results for LEWICE 2.0, Final Contractor Report, NASA // CR-1999-208690. – January 1999. – 674 p.
5. Alekseyenko S., Sinapius M., Schulz M., Prykhodko O. Interaction of Supercooled Large Droplets with Aerodynamic Profile // SAE Technical Paper 2015-01-2118, 2015. -12 P.
6. Alekseenko S. V., Mendig C., Schulz M., Sinapius M., Prykhodko O. A. An experimental study of freezing of supercooled water droplet on solid surface // Technical Physics Letters – May 2016, – Volume 42, Issue 5, – P. 524-527.
7. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow // AIAA Paper. N 92–0439. 1992. - 22 p.
8. Aupoix B., Spalart, P. R. Extensions of the Spalart-Allmaras Turbulence Model to Account for Wall Roughness // International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol. 24, 2003. - P. 454-462.
9. Constantinescu G. S., Chapelet M. C., and Squires K. D. Turbulence modeling applied to flow over a sphere. AIAA J. 2003. Vol. 41, No. 9. - P.1733–1743.
10. Roe P. L. Characteristic-based schemes for the Euler equations // Annual review of fluid mechanics. 1986. V. 18. P. 337–365.
11. Алексеенко С.В., Приходько А.А. Численное моделирование обледенения поверхности цилиндра и профиля // Ученые записки ЦАГИ. 2013. - Т.44. № 6. - С.25-57.
12. Alekseenko S.V. Prikhod'ko A.A., Mathematical Modeling of Ice Body Formation on the Wing Airfoil Surface // Fluid Dynamics, 2014, Vol. 49, No. 6. - P. 715–732.
13. Приходько А.А., Алексеенко С.В. Численное моделирование процессов обледенения аэродинамических поверхностей с образованием «барьерного» льда // ИФЖ. 2014. - Т.87. №3. - С.580-589.

*А.А. Приходько, д.ф.-м.н.
(Днепропетровский национальный университет имени О.Гончара,
Украина)*

Программное-методическое обеспечение для расчета на основе уравнений навье-стокса обтекания летательных аппаратов и их элементов.

Обсуждаются проблемы разработки программно-методического обеспечения для математического моделирования в аэрогидродинамике и тепломассообмене на основе полных трехмерных нестационарных уравнений Навье-Стокса. Реализация используемого подхода выполнена в рамках разработанного пакета прикладных программ. Приведены решения прикладных задач высокоскоростного наземного транспорта, авиации, ракетно-космической техники, машиностроения.

Аэродинамика является основой многих прикладных наук, прежде всего связанных с проектированием и эксплуатацией летательных аппаратов. Законы аэродинамики человечество постигало в течение всей своей истории, совершенствуя формы летательных аппаратов и их двигатели. Крупнейшие учёные разрабатывали математические модели аэродинамики. Благодаря Эйлеру, Навье, Стоксу, Больцману вся механика жидкостей свелась к вопросу анализа и решения уравнений, носящих их имена. По мере развития аэродинамики её математические модели развивались, уточнялись и усложнялись, их анализ стал невозможен без применения численных методов и компьютерных технологий.

Стремительный прогресс в развитии вычислительной аэродинамики и компьютерной техники изменил пропорции между основными способами получения аэродинамических данных: натурным, трубным экспериментом и расчетом. Роль аэродинамического расчета постоянно возрастает.

Многообразие режимов обтекания, наличие больших углов атаки, сложность структуры течения, влияние турбулентности и отрыва потока требует использования наиболее полной постановки задачи, сложных численных алгоритмов. Современным инструментом проектировщика стали пакеты прикладных программ вычислительной аэродинамики. Выполнение вычислительных экспериментов на ранних стадиях проектирования позволяет значительно снизить общий уровень затрат, получить более надежные и оптимальные конструкции.

В докладе обсуждаются проблемы разработки программно-методического обеспечения для расчета аэродинамики и тепломассообмена на основе уравнения Навье-Стокса.

Постановка задачи. При численном моделировании необходимо описать свойства набегающего потока (сжимаемый или несжимаемый, однофазный или двухфазный, ламинарный или турбулентный и т.д.), выбрать размерность задачи (стационарная, нестационарная, одномерная, двумерная, трехмерная), описать геометрию расчетной области, построить

расчетную сетку, настроить алгоритм решения уравнений. В программно-методическом обеспечении реализован наиболее гибкий подход при дискретизации исходных уравнений, позволяющий использовать структурированные и неструктурированные сетки, нестационарные и стационарные уравнения Навье-Стокса сжимаемого газа или несжимаемой жидкости, записанные в векторной интегральной форме.

Для моделирования турбулентности предусмотрено использование нескольких моделей турбулентности. При замыкании системы уравнений использовались модель турбулентности Спаларта-Аллармаса и Ментера [1].

Численная методика. Численное решение системы исходных уравнений получено методом контрольных объемов. Физическую область разбивалась на множество непересекающихся контрольных объемов. Искомое решение должно удовлетворять законам сохранения массы, импульса и энергии для каждого контрольного объема или группы контрольных объемов и, следовательно, для всей расчетной области в целом.

Построение дискретного аналога исходных уравнений выполняется в несколько этапов: реконструкция зависимых переменных на грань контрольного объема, вычисление векторов потоков, формирование и решение блочной системы линейных алгебраических уравнений, переход на новый шаг по времени [1, 2].

Программно-методическое обеспечение для расчета аэрогидродинамики и тепломассообмена. Реализация используемой методологии применения моделей и методов аэрогидродинамики и тепломассообмена выполнена в рамках разработанного автором пакета прикладных программ [1].

Пакет программ базируется на моделях аэрогидродинамики и тепломассообмена различного уровня, ориентирован на внедрение новейших достижений в вычислительной аэродинамике.

Архитектура программно-методического обеспечения содержит три традиционных компонента: функциональное и системное наполнения, банк данных.

Функциональное наполнение программно-методического обеспечения основывается на моделях и численных методах вычислительной аэродинамики. Кроме того, функциональное наполнение содержит известные более простые модели механики жидкости и газа (уравнения потенциала, Эйлера, пограничного слоя и др.), различные численные методик решения исходных систем уравнений, основанные на конечно-разностных и конечно-объемных соотношениях.

С помощью программно-методического обеспечения могут быть решены следующие задачи:

1. Расчет стационарного и нестационарного турбулентных сжимаемых и несжимаемых течений.
2. Визуализация геометрии расчетной области.
3. Визуализация структуры течения, построение распределения давления, компонент вектора скорости, изолиний газодинамических функций в

проточной части, векторов скорости, изоповерхностей различных функций, характеризующих течение.

4. Расчет аэродинамических коэффициентов и интегральных аэродинамических характеристик.

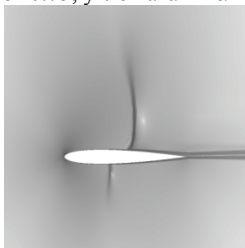
Верификация методик и программно-методического обеспечения.

Тестирование разработанных алгоритмов и программ является необходимым этапом любого численного исследования. При верификации и тестировании разработанных методик решались следующие задачи: тест Сода, задача Блазиуса, нерасчетное истечение из сопла, взаимодействие скачка уплотнения с ламинарным и турбулентным пограничным слоем, дозвуковое и сверхзвуковое обтекание сферы, цилиндра и конуса, комбинации сфера-цилиндр под углом атаки, угла из двух клиньев, конического вогнутого крыла, трансзвукового обтекания одиночного профиля, расчет течения в решетке компрессорных и турбинных профилей, обтекание клина, цилиндра и полуконуса, установленных на пластине.

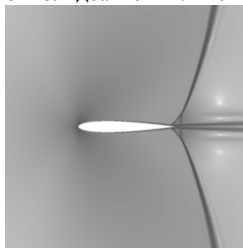
Результаты расчетов. Ниже представлены некоторые примеры применения разработанного программно-методического обеспечения к расчету обтекания элементов летательных аппаратов, транспортных средств и энергетических установок.

Аэродинамические профили. Исследование трансзвуковых турбулентных течений имеет важное теоретическое и практическое значение при решении задач внешней и внутренней аэродинамики. Трансзвуковой диапазон скоростей является основным при обтекании несущих поверхностей и хвостового оперения летательных аппаратов, роторов вертолетов, воздухозаборников авиационных двигателей, в решетках компрессоров и диффузорах, в проточной части газовых турбин.

На основе уравнений Навье—Стокса проведены численные параметрические исследования трансзвуковых течений вблизи аэродинамических профилей (рис. 1) в диапазоне чисел Маха $M_\infty = 0.085 \div 0.75$, углов атаки $\alpha = 0 \div 40^\circ$ и чисел Рейнольдса $Re = 1.2 \cdot 10^6 \div 2 \cdot 10^7$ [3].



а) $M_\infty = 0.8$, $\alpha = 1.25^\circ$



б) $M_\infty = 0.9$, $\alpha = 0^\circ$

Рис. 1. Численные «шлирен-фотографии» для двухскачковых режимов обтекания профиля NACA 0012

Рассмотрено влияние числа Рейнольдса на возникновение локальной сверхзвуковой зоны при переходе от дозвукового к трансзвуковому обтеканию аэродинамического профиля. Исследовано влияние числа Маха при

фиксированном угле атаки, а также угла атаки при постоянном числе Маха на структуру течения и значения интегральных аэродинамических характеристик.

Рассмотрены физические особенности взаимодействия ударной волны с турбулентным пограничным слоем для режима автоколебания скачка уплотнения на профиле NACA 0012. Составлена «карта» режимов трансзвукового турбулентного обтекания профиля NACA 0012 на плоскости «число Маха набегающего потока— угол атаки».

Высокоскоростное транспортное средство. Поезда на магнитной подушке приводятся в движение, удерживаются над путевой структурой и управляются с помощью электромагнитов. В отличие от традиционных поездов, в процессе движения поезда на магнитной подушке не касаются путевой структуры. Между поездом и путевой структурой существует зазор, следовательно единственной тормозящей силой является аэродинамическое сопротивление. На аэродинамические характеристики ВСНТ влияет его геометрия, угол установки и расстояние до путевой структуры, а также режим обтекания.

Были выполнены пять серий расчетов обтекания ВСНТ вблизи путевой структуры. В первой серии расчетов расстояние от днища ВСНТ в крайней задней точке до путевой структуры h принималось постоянным 0.013 H , где H – высота корпуса ВСНТ. Угол атаки изменялся в пределах от 0 до 2.5 градусов (поднимался нос ВСНТ) (рис. 5). Во второй серии для расчета влияния расстояния от корпуса ВСНТ до путевой структуры h , угол атаки α принимался постоянным и равным 0° , когда само расстояние h изменялось в пределах от 0.013 до 0.25 [5, 6]. В третьей, четвертой и пятой серии расчетов изменялась форма корпуса, носовой и кормовой части соответственно.

Для всех исследованных углов установки характерно безотрывное обтекание носовой части корпуса. За кормовой частью ВСНТ наблюдается система из двух присоединенных вихрей (рис. 5б), переходящих в два продольных противоположно вращающихся вихря в дальнем следе. На рис. 5 представлены результаты визуализации обтекания корпуса ВСНТ.

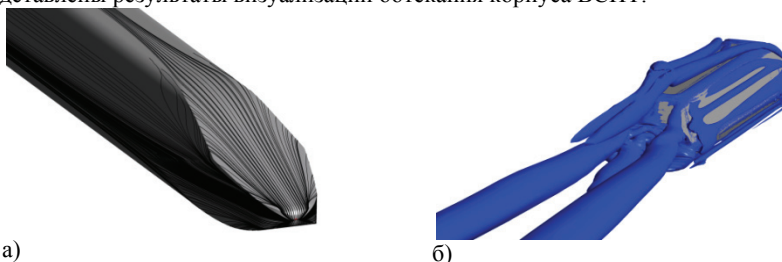


Рис. 5. Предельные линии тока и вихревая система при обтекании высокоскоростного транспортного средства

В результате расчетов определены распределения всех параметров потока при обтекании корпуса ВСНТ над путевой структурой, распределение коэффициентов давления и трения по поверхности корпуса и путевой структуры, а также аэродинамические коэффициенты транспортного средства.

По результатам расчета выбрана рациональная форма корпуса, носовой и кормовой части ВСНТ.

Беспилотник. Миниатюризация электроники, снижение веса и повышение емкости аккумуляторных батарей открывают широкие возможности применения беспилотных летательных аппаратов в практических приложениях: осмотр линий электропередач, выявление очагов пожаров, телевизионная и киносъемка спортивных мероприятий, наблюдение за территорией, решение военных задач и т.д. Беспилотные летательные аппараты из радиоуправляемых игрушечных самолетов превратились в важный инструмент не только добычи информации. Классическая картина обтекания беспилотника визуализирована по результатам расчетов на рис. 6. Приведены изобары и предельные линии тока на поверхности корпуса и крыльев.

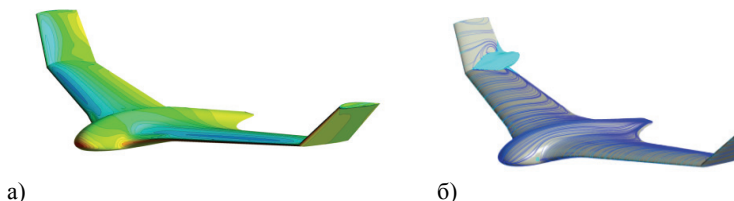


Рис. 6. Изобары и предельные линии тока при обтекании беспилотника

Выводы

Представлено программно-методическое обеспечение для математического моделирования аэрогидромеханики и тепломассообмена на основе уравнений Навье-Стокса.

Приведены примеры решения прикладных задач авиации и высокоскоростного наземного транспорта.

Список литературы

1. Приходько А.А. Компьютерные технологии в аэрогидромеханике и тепломассообмене. – Киев: Наукова думка, 2003.-380 с.
2. Приходько А.А. Современные технологии математического моделирования в аэрогидродинамике и тепломассообмене // Техническая механика. 2009. № 1.- С.29-43.
3. Пилипенко А.А., Полевой О.Б., Приходько А.А. Численное моделирование влияния числа маха и угла атаки на режимы транзвукового турбулентного обтекания аэродинамических профилей // Ученые записки ЦАГИ. 2012. Т. 43, №1. - С. 1-31.
4. Приходько А.А., Арсеньюк М.С. Численное исследование влияния пространственного расположения высокоскоростного транспортного средства относительно путевой структуры на аэродинамические характеристики // Техническая механика, 2014. № 4. - С. 75-84.

Л.Ю.Сабодош, к.т.н.,
(Национальный аэрокосмический университет
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина,)

С.Н.Ларьков, к.т.н., В.В.Ожгинский, к.т.н., В.Н.Мамарев, к.т.н.
(Национальный центр управления и испытаний космических средств, Украина)

А.Н.Пахольченко
(Государственный научно-испытательный центр Вооруженных
Сил Украины, Украина)

Анализ методов старта ракет-носителей с транспортного самолета и математическое моделирование процесса десантирования.

Проведен анализ возможных методов отделения ракет-носителей воздушного старта от самолетов-носителей, обоснован принятый метод десантирования через грузолок. Описана математическая модель движения ракеты-носителя в процессе десантирования, обоснована циклограмма десантирования, приведены результаты моделирования углового движения ракеты-носителя в процессе отделения.

Введение

Высокая рентабельность космической деятельности стимулировала перевод космических исследований на коммерческие основы, ознаменовав начало «эры прагматичного космоса». Конъюнктура рынка и жесткая конкуренция поставщиков космических товаров и услуг выдвигают новые требования к участникам рынка, среди которых следует выделить высокую оперативность предоставления услуг и оптимальность соотношения цена-качество без снижения целевой эффективности космических систем (КС).

В этой связи получили развитие новые тренды развития космических систем: переход к классу микро-КА, формирование многоспутниковых орбитальных группировок микро-КА как с целью повышения оперативности применения, так и надежности функционирования. Соответственно, изменяются и требования к средствам доставки КА малого класса на орбиту, что делает разработку авиационно-космических комплексов легкого класса задачей своевременной, актуальной и перспективной.

Цель данной работы - выбор метода отделения ракеты-носителя (РН) от авиационного стартового комплекса, моделирование динамики десантирования РН с борта самолета-носителя под действием вытяжной парашютной системы. Задачами исследования стали:

1. Параметрический поиск проекторочного решения, обеспечивающего безопасное отделение РН от носителя;
2. Оценки динамических нагрузок на РН, полезный груз и самолет.

Обзор методов старта РН с самолета-носителя

Горизонтальный пуск с отделением от надфюзеляжной пусковой установки. Известны многочисленные проекты использования крупных пассажирских или военно-транспортных самолетов (в основном Boeing 747 и Ан-225) для пуска РН легкого класса, очевидно, обусловленные успешными

результатами испытательных полетов Space Shuttle с борта Boeing-747, однако информации о реализованных образцах и прототипах нет. Сложной технической проблемой является обеспечение безопасности самолета-носителя при запуске маршевых двигателей РН, а также предохранение поверхности самолета-носителя от действия высокотемпературной газовой струи.

Существенным недостатком этого способа старта является необходимость обеспечения располагаемой перегрузки крылатой РН в заправленном состоянии более 1.0, причем в условиях безмоторного полета, что приводит к увеличению размеров крыла (особенно при дозвуковой скорости разделения) и падению энергомассового совершенства РН, что нивелирует эффект от применения воздушного старта [0].

Горизонтальный пуск с отделением от подкрыльевой/ подфюзеляжной/ внутрифюзеляжной пусковой установки. Такой метод старта наиболее часто применяется для отделения средств поражения от боевых самолетов. Для РН в настоящее время реализован только один образец со стартом с борта самолета – Pegasus и его модификация Pegasus-XL фирмы ATK Orbital. Данный вид пуска широко применялся для аэробаллистических ракет (напр. X-22 или Blue Steel) с стартовой массой до 6-7 т как с внутрифюзеляжных, так и подфюзеляжных и подкрыльевых пусковых установок (ПУ).

В целом, основные ограничения при горизонтальном пуске РН связаны с размерностью массы летательного аппарата, которая должна значительно превышать массу запускаемой РН. Существенная переделка и усиление конструкции самолета для размещения ПУ являются основным препятствием для применения данного вида старта.

Пуск методом десантирования. Метод десантирования для пуска МБР был успешно испытан в 1974 г. (пуск МБР LGM-30 массой 30 т с борта С-5А с запуском РДТТ 1 ступени), но, в связи с подписанием Договора СНВ-1, проект был свернут. В дальнейшем метод десантирования успешно использовался при пуске мишени LRALT массой 15876 кг в 2004-2009 гг с борта самолета С-17.

В США в 2005-2006 гг. прошли испытания по десантированию в рамках программы QuickReach (носитель – С-17, масса макета 29.5 т, высота десантирования 9000 м). Известны также многочисленные проекты десантирования как МБР, так и РН с транспортно-десантных самолетов, в том числе и в Украине (наработки КБ «Южное», ГП «Антонов» по проектам «Space Clipper», «Оріль» и т.д.). В целом, возможно отметить, что десантирование моногрузов массой до 20 т является серийной операцией, в том числе и в ВС Украины. Попытки увеличить массу моногрузов до 40 (с Ил-76МД) и более тонн с обеспечением десантирования в режиме пониженной весомости не привели к появлению работоспособных серийных образцов несмотря на проведенные летные испытания со сбросом груза массой 44600 кг [2].

Важным ограничением является ограничение на габариты РН и, в особенности, на размеры её несущих поверхностей, накладываемые размерами грузового отсека самолета-носителя.

Сравнительный анализ и выбор метода старта

В таблицу сведены результаты сравнительного анализа методов пуска. Как видно из таблицы, метод десантирования обеспечивает минимальный уровень

технического риска, однако обеспечивает наилучшие начальные параметры полета РН.

Таблица

Сравнение методов воздушного старта РН

Метод пуска/ характеристика	Надфюзеляжная ПУ	Подфюзеляжная/ внутрифюзеляжная/ подкрыльевая ПУ	Десантирование
Наличие прототипов/ аналогов	Отсутствует	Уникальные образцы	Серийные образцы
Степень риска для самолёта-носителя	Высокая	Средняя	Средняя
Объемы переделки элементов конструкции самолёта-носителя	Высокие	Высокие	Отсутствуют
Типовые параметры пуска, аналог	H>12000 м, V>240 м/с, проекты	H=11900 м, V=240 м/с, Pegasus	H=6000 м, V=150 м/с, LRLT

В настоящее время в Вооруженных силах Украины (ВСУ) имеется опыт эксплуатации двух типов платформ для десантирования: П-7М и П-16М с массой груза до 7 и 16 т соответственно. Наличие подготовленных самолетов и экипажей позволяет рекомендовать такой метод старта для перспективной РН сверхлегкого класса. С учетом опыта разработки по теме «Ориль» [3] целесообразно проведение теоретико-экспериментальных исследований, направленных на повышение параметров пуска (обеспечение высоты сброса до H=11000-12000 м, скорости в момент запуска двигателя V=200 м/с) за счет:

1. Выбора самолета-носителя соответствующей размерности с запасом по грузоподъемности, требований к конструкции створок грузолука и т.д.;
2. Автоматизации пусковых операций, исключающих необходимость нахождения членов экипажа в грузовом отсеке в момент пуска РН;
3. Доработки высотной системы самолета-носителя с обеспечением живучести экипажа в особых условиях полета.

Математическая модель.

Ограничения: РН расположена на платформе ферменной конструкции с ложементами, моделирование проводилось для платформы, скользящей по рольгангу. В ходе десантирования моделируются только этапы:

1 этап – движение платформы с РН по рольгангу с момента страгивания до перемещения центра тяжести на обрез грузолука;

2 этап – перемещение платформы по рольгангу с вращением платформы с РН относительно обреза грузолука под воздействием сил тяжести, реакции опоры и силы тяги вытяжного парашюта до момента отделения платформы от носителя;

3 этап – перемещение платформы с РН в набегающем потоке под действием инерционных, аэродинамических сил и силы тяги вытяжного парашюта.

Математическая модель записана в виде системы уравнений движения в правой декартовой системе координат XOY, центр которой совмещен с центром

оси закатного вала. В модели приняты допущения о постоянстве параметров полета самолета в процессе десантирования, трением в рольганге пренебрегаем.

Расчет аэродинамических сил, действующих на РН, проводился с учетом допущения о том, что коэффициенты аэродинамических сил пропорциональны относительной длине корпуса РН, расположенной за обрезом грузолока:

$$\{C_{x0}, C_y^a, m_z^{\bar{\theta}}\} = \{C_{x00}, C_{y0}^a, m_{z0}^{\bar{\theta}}\} \cdot \frac{X_m}{L_0},$$

где: X_m - координата среза РН относительно обреза грузолока;

L_0 - длина РН.

Скорость при десантировании принята с учетом ограничений приборной скорости [4] $V_{пр}=400$ км/ч, высота десантирования $H=9000$ м. Истинную скорость оценим как:

$$V = V_{пр} \sqrt{\rho / \rho_0} = 178 \text{ м/с},$$

где: $V_{пр}$ - приборная скорость;

ρ - плотность воздуха на высоте десантирования;

ρ_0 - плотность воздуха в МСА при $H=0$ м.

Уравнения движения 1 этапа.

Кинематические связи движения по наклонному основанию:

$$Y = X \cdot \operatorname{tg} \theta_{\Gamma}.$$

где: θ_{Γ} – угол наклона пола грузовой кабины к горизонту.

Сила торможения вытяжного парашюта:

$$F_{ТП} = c_{ХП} S_P \rho \frac{V^2}{2},$$

где: $c_{ХП}$ – коэффициент сопротивления парашюта;

S_P – площадь парашюта в раскрые, м^2 ;

V - скорость полета носителя, м/с.

Угол наклона вектора силы тяги парашюта:

$$\varphi_{П} = \arcsin \frac{v_y - \dot{y}_{П}}{V}.$$

где: v_y - скос потока за СН;

$\dot{y}_{П}$ – вертикальная скорость платформы в точке крепления парашюта.

Реакция основания:

$$R = mg \cos u_{\Gamma} - F_{ТП} \sin(u_{\Gamma} - \varphi_{П}),$$

где: θ_{Γ} – угол наклона пола грузовой кабины к горизонту

$\varphi_{П}$ - угол наклона вектора силы тяги парашюта к горизонту.

Тогда уравнения движения 1-го этапа возможно записать как:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = -F_{ТП} \cos \varphi_{П} - R \sin u_{Г} + C_{x0} S \rho \frac{V^2}{2} \\ m\ddot{y} = R \cos u_{Г} - F_{ТП} \sin \varphi_{П} - g + C_{y\alpha}^\alpha S \rho \frac{V^2}{2} \end{cases}$$

Уравнения движения 2 этапа.

На 2 этапе в систему добавляются уравнения движения вокруг поперечной оси платформы с РН, а также уравнение кинематической связи, налагаемое условием контакта поддона с обрезом грузозюлка:

$$\begin{cases} J\ddot{u} = \sum M_i \\ u \geq \arctg \frac{X_{ПТ}}{Y_{ПТ}} \end{cases}$$

где: J - момент инерции РН с платформой вокруг ЦМ;

M_i - момент аэродинамических сил, силы реакции обреза грузозюлка,

силы тяги тормозного парашюта;

$X_{ПТ}, Y_{ПТ}$ - координаты торца платформы.

Уравнения движения 3 этапа.

На 3 этапе из системы исключается уравнение кинематической связи контакта поддона и обреза грузозюлка, а также добавляются уравнения, характеризующую программу отклонения рулей РН на балансировочный угол и отстрела вытяжного парашюта:

$$\begin{cases} F_{ТП} = \begin{cases} F_{ТП}, t < t_{омср}. \\ 0, t \geq t_{омср}. \end{cases} \\ \delta_p = \begin{cases} \delta_{p0}, t < t_{оп} \\ \delta_{pбал}, t \geq t_{оп} \end{cases} \end{cases}$$

Результаты моделирования десантирования РН.

В ходе моделирования было проведено исследование поведения системы при различных начальных и граничных условиях. Варьируемыми параметрами стали высота размещения замка вытяжного парашюта относительно центра масс, время отстрела вытяжного парашюта, программа отклонения рулей РН. Результаты моделирования (Рис.1), показывают, что вывод РН на потребный угол атаки без применения дополнительных средств обеспечивается.

Возможность стабилизации вытяжным парашютом на практике подтверждается успешным отделением МБР Minuteman от СН на базе С-5, а также кинограммой отделения мишени eMRBM от самолета-носителя С-17 (Рис. 2).

Выводы и рекомендации

Проведенное моделирование подтверждает, что за счет выбора параметров подвеса РН и циклограммы отклонения рулей при десантировании РН обеспечивается вывод на балансировочный угол атаки без применения дополнительных средств. Разработанное программное обеспечение может быть использовано при разработке стенда имитационного моделирования.

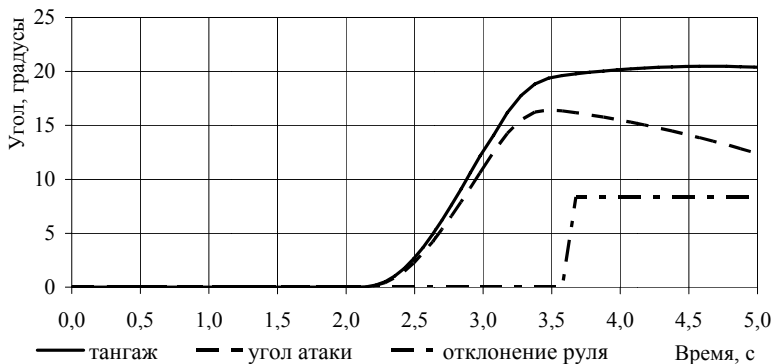


Рис. 1. Результаты моделирования отделения РН.



Рис.2. Кадр кинограммы отделения мишени eMRBM.

Список литературы

1. Air Launch: Examining Performance Potential of Various Configurations and Growth Options. Eric D. Walters, Dennis M.Creech, Alan D.Philips. AIAA SPACE 2013 Conference and Exposition , September 10-12, 2013. San-Diego, California, USA.
2. Таликов Н.Д. ИЛ-76: ДЕСАНТИРОВАНИЕ ЛИЧНОГО СОСТАВА, ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ГРУЗОВ //ТЕХНИКА И ВООРУЖЕНИЕ № 11, 2009 г., стр. 33-36.
3. Технический отчет «Материалы к эскизному проекту по самолету-носителю для АКРК «Ориль» в части транспортно-пусковой платформы ракеты-носителя «Ориль». –Киев, АНТХРЦ «Авиадиагностика», 1996 г. -39 с.
4. Самолет Ил-76Т. Руководство по летной эксплуатации. Книга первая. – М., МГА СССР, 1984 г.

Результаты исследования распределения статического давления на головной части ракетного аэрофизического комплекса типа М-100 на основе численного расчета и летного эксперимента

Проведен расчет статического давления на головной части аэрофизический ракетного комплекса типа М-100 на основе численного решения уравнений Навье-Стокса для турбулентного сверхзвукового режима обтекания в рамках системы ANSYS CFX, получено хорошее согласование результатов численного расчета и результатов летного эксперимента по измерению давления на головной части ракетного комплекса.

При создании сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов самолетного и ракетного типа большие перспективы, развитие и применение имеет вычислительная аэродинамика с использованием осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса [1÷3] и летных аэродинамических и аэрофизических экспериментов [4] наряду с актуальностью исследований в аэродинамических трубах [5].

Целью данной работы является тестирование численного метода расчета статического давления на головной части ракетного аэрофизического комплекса типа М-100 (рис.1) на основе уравнения Навье-Стокса с использованием современной модели турбулентности путем сравнения результатов расчета и летного эксперимента на объекте типа М-100 [6] при движении по траектории.

Принимая во внимание достаточно широкое применение программного продукта ANSYS CFX и хорошо зарекомендовавшие $k-\omega$ модель турбулентности Ментера [7] и варианты моделей турбулентности этого автора [8,9], в настоящей работе на основе поставленной задачи, во-первых, проведен численный расчет распределения давления на поверхности головной части ракетного аэрофизического комплекса типа М-100, летные данные о котором представлены в [6,10,11], во-вторых, осуществлено сравнение результатов численных расчетов с летными данными. Данные зависимости числа Маха M_∞ и числа Рейнольдса набегающего потока известны из летных экспериментов на М-100 [6].

Система уравнений, включающих осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, имеет вид:

$$\frac{\partial \rho \mathbf{U}}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{U} \cdot \mathbf{U}) = -\nabla p + \nabla(\Phi - \rho \overline{\mathbf{U}' \cdot \mathbf{U}'}) + \mathbf{F}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \mathbf{U}) = 0 \quad (1)$$

где \mathbf{U} – осредненное по времени поле скоростей,
 ρ – плотность среды, p – статическое давление,
 τ – тензор вязких напряжений,
 $-\rho \overline{\mathbf{U}' \cdot \mathbf{U}'}$ – тензор рейнольдсовых напряжений,
 \mathbf{F} – вектор объемных сил.

Эти уравнения дополняются уравнением энергии

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho h^*)}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{U} h^*) = \\ = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + \nabla \cdot (\mathbf{U} \cdot \Phi) + \mathbf{U} \cdot \mathbf{F} \end{aligned} \quad (2)$$

где h^* – полная энтальпия;
 λ – коэффициент теплопроводности газа;
 T – статическая температура газа.

Тензор рейнольдсовых напряжений определяется согласно гипотезе Буссинеска:

$$-\rho \overline{\mathbf{U}' \cdot \mathbf{U}'} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \left(\rho k + \mu_t \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right) \delta_{ij} \quad (3)$$

где μ_t – турбулентная вязкость;
 u_i, u_j – компоненты вектора скорости;
 x_i, x_j – пространственные координаты;
 k – кинетическая энергия турбулентных пульсаций;
 δ_{ij} – символ Кронекера.

Для замыкания уравнений Навье-Стокса использована двухпараметрическая полуэмпирическая SST модель турбулентности Ментера [7]. Транспортные уравнения этой модели имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho k u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \beta' \rho k \omega \\ \frac{\partial}{\partial t}(\rho \omega) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho \omega u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\omega} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \\ + (1 - F_1) \frac{2\rho}{\sigma_{\omega 2} \cdot \omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} + \alpha \frac{\omega}{k} P_k - \beta \rho \omega^2 \end{aligned} \quad (4)$$

где μ – динамическая (молекулярная) вязкость,
 $\sigma_k, \beta', \sigma_\omega, \sigma_{\omega 2}, \alpha, \beta$ – константы модели турбулентности,
 P_k – член генерации турбулентной энергии,
 F_1 – весовая эмпирическая функция, которая обеспечивает плавный переход от k - ω модели в пристеночной области к k - ε модели вдали от стенок.

Особенностью модели турбулентности Ментера (в отличие от других $k-\omega$ моделей) является применение следующего соотношения, лимитирующего величину турбулентной вязкости и позволяющего более точно моделировать отрыв потока при положительном продольном градиенте давления:

$$\mu_t = \frac{\rho \cdot \alpha_1 \cdot k}{\max(\alpha_1 \omega; F_2 \Omega)} \quad (5)$$

где α_1 – константа модели турбулентности,

F_2 – функция переключения (подобно F_1),

Ω – завихренность в турбулентном потоке.

Численный расчет статического давления по длине головной части объекта типа М-100 проводился в стационарной постановке со схемой дискретизации высокого разрешения.

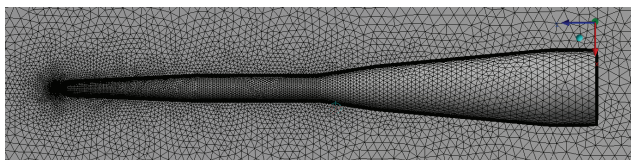


Рис.1. Расчетная сетка численного расчета параметров обтекания головной части аэрофизического комплекса типа М-100 на основе программного комплекса ANSYS CFX

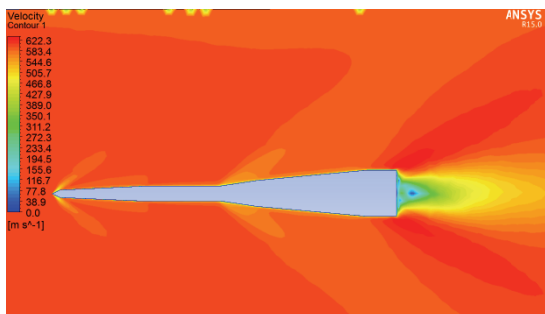


Рис.2. Визуализация результатов численного расчета скорости потока в окрестности головной части аэрофизического комплекса типа М-100 на основе программного комплекса ANSYS CFX

В качестве граничных условий на входе задавались скорость набегающего потока, статическое давление и температура окружающей атмосферы, степень турбулентности потока. При численном расчете применялась тетраэдральная сетка с призматическими пристеночными слоями, состоящая из 1823404 элементов. Количество пристеночных слоев составляет 25. Часть расчетной сетки представлена на рис.1.

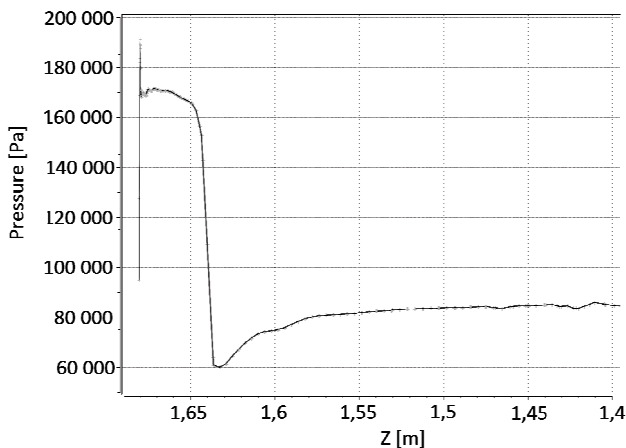


Рис. 3. Расчетные данные о распределении статического давления по длине головной части объекта типа М-100 при числе $M_\infty=1,6$ ($H=1500$ м; $T_\infty=277,6^\circ\text{K}$; $P_\infty=83521,5$ Па; $\rho_\infty=1,016$ кг/м³; $a_\infty=334,0$ м/с; $V_\infty=534,4$ м/с)

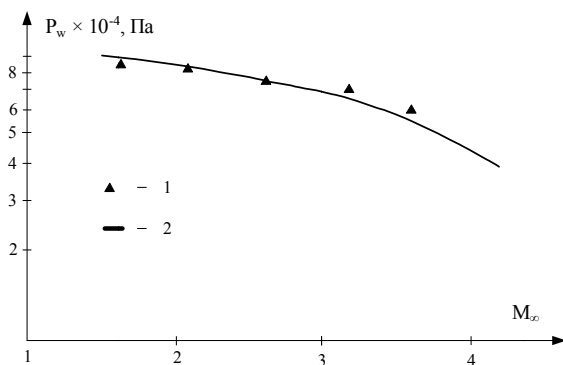


Рис. 4. Сравнение данных по статическому давлению на головной части аэрофизического комплекса типа М-100 в точке $X=0,243$ м в зависимости от числа Маха: 1 – летный эксперимент, 2 – расчет с использованием комплексов ANSYS CFX

На рис.3 представлены расчетные данные о распределениях статического давления по длине головной части объекта типа М-100 при числе Маха потока $M_\infty=1,6$ с указанием полетных высот и соответствующих им значений параметров нормальной атмосферы.

Проведено прямое сравнение результатов расчета статического давления на головной части аэрофизического комплекса типа М-100 на основе

программного комплекса ANSYS CFX с использованием SST модели турбулентности Ментера с данными летного эксперимента [6,10,11] на этом объекте в зависимости от числа Маха набегающего потока (рис. 4) , что свидетельствует о хорошем согласовании расчетных и летных значений статического давления.

Хорошее согласование расчетных данных и результатов летного эксперимента на объекте типа М-100 свидетельствуют об эффективности как использованного программного продукта ANSYS CFX, так и SST модели турбулентной вязкости Ментера, а также о слабом влиянии работающих двигателей и процессов в донной области на объекте М-100 на статическое давление на его поверхности, так как при проведенном численном моделировании была рассмотрена только головная часть М-100.

Выводы

Проведено комплексное исследование распределения статического давления на головной части ракетного аэрофизического комплекса типа М-100 в диапазоне чисел Маха потока $M_\infty \leq 4,5$, Рейнольдса $Re_{L,\infty} \leq 10^8$, ускорения $a \leq 32g$ в условиях аэродинамического нагрева на основе интеграции численного метода расчета в рамках программного комплекса ANSYS CFX, включающего уравнения Навье-Стокса и двухпараметрическую SST модель пристеночной турбулентности Ментера, и результатов летного эксперимента на М-100. Результаты проведенного комплексного исследования расширяют диапазон применения программного комплекса ANSYS CFX и SST модели пристеночной турбулентности Ментера для расчета статического давления на обтекаемых поверхностях при проектировании высокоскоростных объектов типа аэрофизического комплекса М-100.

Список литературы

1. Чэпмен, Д. Р. Вычислительная аэродинамика и перспективы ее развития [Текст] / Д. Р. Чепмен // Ракетная техника и космонавтика. – 1980. – Т. 18, №2. – С.3-32.
2. Кутлер, П. Перспективы развития теоретической и прикладной вычислительной аэродинамики [Текст] / П. Кутлер // Аэрокосмическая техника. – 1985. – Т.3, №8. – С.11–29.
3. Приходько, А. А. Современные технологии математического моделирования в аэрогидродинамике и тепломассообмене [Текст] / А. А. Приходько // Техническая механика. – Днепропетровск: ДГУ. –2009. – №9. – С 73-85.
4. Beckwith, I. E. A Survey of NASA Langley studies on high-speed transition and the quiet tunnel [Text] / I. E. Beckwith, M. H. Bertram // NASA-TM-X-2566. – 1972. – P. 67.

5. Желтоводов, А. А. Развитие и верификация методов расчета применительно к задачам сверхзвуковой аэродинамики [Текст] / А. А. Желтоводов, А. В. Борисов, Н. Н. Федорова, М. И. Максимов и др. // Препринт №7 – 87. –ИТПМ СО РАН. – 1997.– 742 с.
6. Павлюченко, А. М. Летные измерения температуры и давления на спасаемых головных частях метеоракет типа М-100 и “Облако” [Текст] / А. М. Павлюченко, О. А. Брагин, А. А. Тютин // Изв. СО АН СССР. – Сер. техн. наук. – 1983. – № 3, Вып 1. – С. 46–54.
7. Menter, F. R. Zonal Two Equation $k-\omega$ Turbulence Models for Aerodynamic Flows [Text] / F. R. Menter // AIAA Paper, № 93-2906. – 1993. – P. 21.
8. Menter, F. R. Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications [Text] / F. R. Menter // AIAA Journ.– 1994. –Vol.32, №8. – P. 1598-1605.
9. Lampart, P. The comparison of Performance of the Menter Shear Stress Transport and Baldwin–Lomax Models with Respect to CFD Prediction of Losses in HP Axial Turbine Stages [Text] / P. Lampart, S. Yershov, A. Rusanov at al. // Technologies for Fluid / Thermal / Structural / Chemical Sitems with Industrial Applications. ASME.– 2001. –Vol. 424-2. – P. 1-12.
10. Леонтьев, А. И. К проблеме реламинаризации сверхзвуковых турбулентных пограничных слоев на осесимметричных телах в летных условиях при наличии теплообмена [Текст] / А. И. Леонтьев, А. М. Павлюченко // Теплофизика высоких температур. – 2004. – Т. 42, № 5. – С. 725 – 739.
11. Павлюченко, А. М. Исследование аэрофизических и динамических характеристик на летном осесимметричном комплексе с головной частью многоразового использования [Текст] / А. М. Павлюченко, О. А. Брагин // Сибирский физ.- техн. журн. – 1992. – Вып. 1. – С. 66-76.

Ludwig Prandtl, the world-famous founder of aviation science

Ukrainian scientists and engineers are to know word history of their science and personalities in it in order to make authorities of their own history part of the whole one. The personality of German fluid mechanics scientists Ludwig Prandtl and his scientific school are rather unknown in the former Soviet Union countries. His heritage and scientific methodology influenced this science are discussed in this short paper.

Ukraine, and its capital Kyiv particularly, are rather unknown but notable places in the history of world aviation. First airship in Russian empire was created by engineer Fedor Anders here. Igor Sikorsky started his designing of aircrafts before his emigration to USA. Prof. Mikola Delone founded "Kyiv aeronautic society" in 1909 here that brought together a number of aviation volunteers as well as first practical pilots, particularly famous Pyotr Nesterov. It is less known that a special "AviaCity" was organized near Kherson in 1916 led by Prof. from Sankt Petersburg Alexander Van-der-Vliet [1]. Finally, prominent Ukrainian aircraft designer Oleg Antonov worked in our city and created world-famous aircraft company. We need to rediscover again the domestic history of aviation. However, we also need to stress its continuous links with the world history and its personalities. That is why this article is devoted to one of Fathers of world aviation, aerodynamics and aeronautics Ludwig Prandtl (1875–1953).

The name of this German is well known to scientists of the former Soviet Union. We learned it from many textbooks. His name is also commemorated in thermophysics in such terms as "Prandtl-Pitot Tube", "Prandtl Number", in high-speed aerodynamics in the term "Prandtl-Mayer Flow", in turbulence theory in the term "Prandtl Hypotheses" and many others. Especially famous is his "Boundary-Layer Theory" born in 1904. We knew his name but not his history or his scientific heritage.

We meet more other separate names in handbooks on Fluid Mechanics, Aerodynamics and Hydraulics but few our scientists know that they were his students. One of such names is Nikuradze, which might be guessed to have something to do with our former Soviet Republic Georgia and whose research from 1933 is often cited in studies on tube resistance. Another famous name is Theodor Karman, founder of US aeronautics and astronautics. So let penetrate into the late history to enquire its experience relevant to our days full of changes and challenges.

The former Soviet scientists know very little about the personality of L. Prandtl and his scientific school because of the "iron curtain" in the past. However, his achievements and those of his school in aerodynamics and, more generally, in Fluid Mechanics had a huge influence on the SU and Ukrainian aviation and technical science in general. In particular, Stephan Timoshenko, the founder of Institute of Mechanics of Ukrainian National Science Academy, hold him as his

second “Doctor Father” [2]. This historical overview associates many of known names with L. Prandtl scientific school and is based on recently published books [3-5] and other materials almost unknown in Eastern countries.

Ludwig Prandtl graduated from Munich technical university in 1894. His first scientific work on plasticity was written there, but as early as in 1904 he was invited by the prominent mathematician Felix Klein to Göttingen Georg-August-Universität where he fruitfully worked until his death in 1953. His work was inspired by flights of the first aircrafts that almost simultaneously happened in the US, France, Germany, Russia and (as we know now) in Ukraine. He built one of the first wind tubes (1907); later on, anaerodynamic tube (low speed, 1915). He was the author of one of the three theories of lift force mechanisms over wings (besides other Russian and English theories). He founded the world's first scientific center for aerodynamics, the Kaiser-Wilhelm Institute (KWI), where students Theodore von Kármán, P.R.H. Blasius, W. Tollmien, H. Schlichting, J. Ackeret, M. Munk, J. Nikuradse and many others grew up into brilliant world-known scientists. The success of German aviation in the Second World War was due to this KWI. Secondly, the post-war success of the American aviation and astronautics was due to Th. Kármán. His “Boundary Layer Theory” (BLT, 1904) was the groundbreaking achievement of his period in aerodynamics. In addition to these, a number of methodological issues associated with L. Prandtl, even philosophical and methodological ones, are to be discussed in the presentation. Below are the most important points that relate to our current situation.

1. Prof. F. Klein was severely criticized for his intention to change traditional direction of Göttingen university to fundamental sciences based on modern mathematics and physics instead of “practical sciences”, alike it happens in Ukraine now. What should we infer from that historical experience? Nowadays one can often hear joke of recent German scientists: “There is the most dense population of Nobel Laureates in Göttingen now!”

2. All the Prandtl's articles and books were published under his name exclusively. This was also the manner of his aforementioned students to publish their articles. Such scientific ethics was also present in Russian scientific tradition before and shortly after the revolution of 1917. It is completely neglected nowadays, however. That is why we often hear about plagiarism scandals. A tradition appeared when administrators appropriate results and achievements of their subordinated scientists.

3. What are the relations between theory and practice in aerodynamics and fluid mechanics? What is the link between mathematics and experiments in Prandtl's heritage? Prandtl's case is very illustrative.

He held the first report on his BLT at the 3rd International Mathematical Congress (1904). Indeed, his leading idea was the comparison between terms of unsolvable Navier-Stokes equations, neglecting some of them and thus reducing them to solvable ones. However, there was too much physics for mathematicians to understand Prandtl's work that time. The BLT remained a successful engineering tool only for a long time as it happened with operational calculus of Oliver Heaviside. Phenomenon of boundary layer got complete mathematical acceptance only at the end of the XX century, despite the fact that numerous reliable and

practical solutions had been found before this time.

4. Ludwig Prandtl worked in Göttingen university side-by-side with the prominent mathematician David Hilbert. That was the time when “Nicolas Bourbaki”, the group of French mathematicians, tried to perform mathematics into a logically rigorous system. Discovery of BLT was done completely mathematically by L. Prandtl, and he might be thought so to accept such a methodology. In contrast, Prandtl delivered a course of lectures that he entitled “Useful Mathematics”. Did he not respect mathematics?

The role of mathematics and its significance in creation of the physical models and their experimental verification is a constant problem of scientific methodology and philosophy, and is discussed in [7] for the Prandtl case.

5. Ludwig Prandtl, his KWI and the Nazis' 3rd Reich is a painful theme for the Germans. This was also a problem for the former Soviet science to acknowledge the role of Prandtl and his school for the aviation science. However, there is an opinion in Germany that he opposed the persecution of Jewish scientists. But why do we cite classical experiments by J. Nikuradze of 1932-1933, and none of his later works? Why we know so little about the life of the later? There seems to be a conspiracy of silence between Prandtl's students, because Nikuradze, a refugee from Bolshevik's Georgia, collaborated with Nazis along with his brother A. Nikuradze.

With regard to Prandtl himself, a question arises if scientists have the right to stay outside social and society issues. The latter issue is important for today's Ukraine with association to resent aggression to our Crimea and Donbass.

Ludwig Prandtl is well known in Ukraine as an expert in fluid mechanics and the author of boundary layer theory (BLT). As mentioned over, in Ukrainian aviation there were several schools both in the early years (I. Sykorsky and others) and later on (O. Antonov) that aimed at theoretical approach to airplane performance. Kyiv aerodynamics school was founded by A. Mkhitarian, Professor of NAU. There were other aerodynamics schools in Ukraine both in universities and in the National Academy of Sciences: in Kharkov, associated with names of Naum Akhiezer and Ivan Tarapov; in Dniprouniversity (survived to Yuzhny Machine-Building Plant named after A.M. Makarov); and Donetsk university (where Ivan Povkh, the corresponding member of UNAS, brought all the best from Sankt Petersburg' Fluid Mechanics school). Many scientists proclaimed themselves as indirect Prandtl's students. For example, two professors of Kyiv' Institute of Hydromechanics UNAS, namely Prof. I. Nikitin and Prof. L. Kozlov [6]. The Prandtl's thinking methodology to “look for appropriate solvable simplification of the problem to be solved” turned out to be fully approved by scientists of the former SU. The new computer-based Fluid Dynamics (CFD) challenges and sometimes brakes these traditional approaches. However, classical works and methods of Ludwig Prandtl remain essential for us. More information contains in the article [6] and will also be given in the conference presentation.

References

1. Фан-дер-Флит, Александр Петрович. https://ru.wikipedia.org/wiki/Фан-дер-Флит,_Александр_Петрович
2. Тимошенко С. Воспоминания. – К.: Наук. думка, 1993. – 424 с. (Timoshenko S.P. As I Remember. Princeton, Van Nostrand. 1968. – 430 pp.)
3. Vogel-Prandtl J. Ludwig Prandtl. Ein Lebensbild. Erinnerungen, Dokumente. Universitätsverlag Göttingen, 2005. -- 218 S.
4. Ludwig Prandtl, ein Führer in der Strömungslehre. Biographische Artikel zum Werk Ludwig Prandtls. Fr. Vieweg&Sohn Verlag, 2000. – 330 S.
5. Oertel H. Prandtl – Führer durch die Strömungslehre (with contributions by P.Erhard, D.Etling, U.Müller, U.Riedel, K.R.Sreenivasan, J.Warnatz). GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2008. – 799 pp.
6. GayevYe.A. Ludvig Prandtl in Fluid Mechanics of the Past and of Future. Applied hydromechanics, 2014, v.16, № 2, pp.3 – 16 (in Russian).[http://hydromech.org.ua/content/pdf/ph-ph-16-2\(03-16\).pdf](http://hydromech.org.ua/content/pdf/ph-ph-16-2(03-16).pdf)
7. Heidelberger M. Applying Models in Fluid Dynamics. – Tübingen Philosophische Seminar. – 2004.

С.П. Ударцев, д.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Розвиток аеродинаміки крила: від традиційних моделей до вихороактивного крила

Розглянута перспектива створення нового типу крил, які розширюють діапазон льотних кутів атаки в область зривних режимів до 50% від критичного кута атаки традиційних крил. Аеродинамічні характеристики таких крил змінюються плавно і однозначно при збільшенні і зменшенні кута атаки аж до глобального відриву без гістерезисів і «ложок».

Розвиток нових видів крил, котрі названі нами – «вихороактивне крило», стало можливим після дослідження крил кінцевого розмаху в довзвукових аеродинамічних трубах.

Контрольне моделювання за допомогою програм типу «ANSYS» вихороактивного крила відкриває великі можливості для дослідження різноманітних штучно отриманих вихрових структур. Однак, завдання моделі тертя потребує детального вивчення аеромеханіки організованого нестационарного вихрового обтікання крила, що створюється.

Актуально вивчення впливу градієнту тиску на розвиток вихрового обтікання, створення «підсмоктуючої» сили об'ємними вихороутворювачами, дослідження можливих позитивних ефектів (напр. ефект Коанда) і умов стійкості вихрових структур і їх «вибуху».

Створення серії оптимізованих вихороактивних профілів стає задачею розвитку аеромеханіки крила кінцевого розмаху.

На відміну від турбулізації примежевого шару, пропонується створювати на крилі стійку вихрову структуру обтікання, використовуючи прискорення потоку у передньої кромки крила за допомогою спеціально спроектованих об'ємних вихороутворювачів. Вихороутворювачі створюють крупномаштабну вихрову нестационарну організовану течію у вигляді стійких вихрових джгутів, що досягають задньої кромки і ліквідують глобальний відрив крила.

Дослідження особливостей вихороактивного крила проводиться на кафедрі аеродинаміки та безпеки польотів НАУ з 2008 року у відповідності із стратегічним планом. В основі плану лежить ціль досліджень – практичне використання вихороактивних крил в проектах безпілотних літальних апаратів як несучих так і керуючих поверхонь. Вихороактивні крила можуть бути різними в плані – прямими та стрілоподібними.

В 2012 році завершені дослідження нестационарних аеродинамічних характеристик вихороактивних крил з вихороутворювачами симетричних форм, котрі почали досліджувати в кнаді і США в аеродинамічних трубах на моделях плавців китів з напливами на передній кромці. Дослідження нестационарних характеристик крила з напливами на передніх кромках необхідні для гарантування збереження льотно-технічних характеристик в умовах нестационарного руху крила.

Отримані результати досліджень крила, що коливається у аеродинамічній трубі ТАД-2 НАУ при дозвукових швидкостях і різних частотах коливань. У результаті визначено, що при коливаннях крила з вихороутворювачами на передній кромці, з'являється динамічна петля, котра описується математичною моделлю із врахуванням швидкості зміни кута атаки і прискорення.

Результати досліджень викладені в дисертаційній роботі Щербоніса А.Г., котра була захищена в 2012 році, а також в численних статтях та патентах.

Аналогічні дослідження у світових професійних виданнях не виявлені.

З 2012 р по сьогодні проводяться дослідження інтегральних характеристик на моделях безпілотних літальних апаратів в аеродинамічних трубах УТАД – 2 і ТАД – 2 НАУ, а також проведені в 2013-2014 роках дослідження вихороактивного крила на літаючій радіокерованій моделі в умовах моторного і безмоторного польоту у збуреній атмосфері по програмі вищого пілотажу. Модель добре керувалась при виконанні «мертвої» петлі, коливаннях по крену та планеруванні. Повідомлення про перший в світі політ БпЛА з вихороактивним крилом опубліковані на сайті НАУ.

Поведені дослідження по виборі форми вихороутворювачів симетричних та асиметричних із спеціальною вихороутворюючою відривною кромкою.

Досліджені аеродинамічні характеристики декількох компонувань БпЛА. Показано, що критичний кут атаки на моделі літака Л-39 зростає з 20° до 35° при незначному падінні аеродинамічної якості на найвигіднішому куту атаки. Моментні характеристики слід вдосконалювати для збереження статичної стійкості на великих закритичних кутах атаки, що досягається аеродинамічним компонуванням типу «качка».

Розроблено варіант компонування літака вертикального зльоту з вихороактивним крилом та оперенням і оцінений на міжнародному конкурсі в 2015 році. Порект удостоївся другого місця.

Проект безпілотного літального апарату (БпЛА) у вигляді літаючого крила з вихороактивними керуючими поверхнями на конкурсі студентських робіт відмічений другою премією.

Проведено дослідження вихороутворювача на крилі з профілем Р-III за допомогою програм «ANSYS». Показано, що швидкість обтікання крила вихоровими джгутами зростає. При швидкості набігаючого потоку 30 м/с в зоні передньої кромки швидкість зростає до 50 м/с, а в зоні максимальної товщини крила до 80 м/с. Деякі вихорові джгути досягають задньої кромки.

Наведені вище результати положені в основу дисертаційної роботи Алексєнко С.І.

В подальшому планується роботи по розвитку аеродинамічних компонувань БпЛА з вихороактивним крилом та органами керування, котрі не втрачають стійкість і керованість на великих закритичних кутах атаки, що захистить БпЛА від поривів вітру і розширить діапазон експлуатаційних кутів атаки.

Висновки

Комплекс досліджень моделі БпЛА з вихороактивним крилом свідчить про можливість створення серії ефективних вихороутворювачів на передній

кромці крила, котрі забезпечать безвідривне обтікання при глобальному відриві потоку. При цьому розширюється діапазон льотних кутів атаки, що захистить БпЛА від поривів вітру, гістерезису та звалювання.

Аеродинамічні компонування БпЛА з вихороактивним крилом мають розроблятися із врахуванням зміни моментних характеристик. Аеродинамічні компонування типу «качка» з вихороактивним крилом та керуючими поверхнями розв'язує задачу балансування, якщо у якості носового балансувального крила використовувати стріловидне крило з критичним кутом атаки більш 40° .

Гібридне керування: балансування за рахунок відхилення носового крила та зменшення хвостовим оперенням вирішує задачу забезпечення стійкості та керованості БпЛА.

Перспективними є носові вихороутворювачі із зміною кута установки в залежності від режимів польоту.

Список літератури

1. Ударцев Е.П., Щербонос А.Г., Швець О.В., Алексеенко С.И. Способ улучшения аэродинамических характеристик при дозвуковых скоростях с помощью вихреобразователей/ Е.П. Ударцев, А.Г. Щербонос, О.В. Швець, С.И. Алексеенко //Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ» –2013. №60. – С. 79-84.

2. Udartsev Ie.P. Pereverzev O.M. Shvets O.V. Alekseienko S.I. Unsteady flow around the airfoil on large angles of attack/ Udartsev Ie.P. Pereverzev O.M. Shvets O.V. Alekseienko S.I. –2nd International Conference Actual problems of unmeded air vehicles developments (APUAVD – 2013) Proceodings October 9 – 15 2013 Kyiv, Ukraine IEEE.

3. S.I. Alekseenko, O.O. Zhdanov. Vortex slat of unmanned aerial veicle. The sixth world congress Aviation in the XXI-st century “Safety in Aviation and Space Technologies” Proceodings September 23-25, 2014. Vol 2. Kyiv, Ukraine.

4. Udartsev E.P. Alekseienko S.I. Sattarov A. I. Improvement of UAV Navigation reliability at high angels of attack/ Udartsev E.P. Alekseienko S.I. Sattarov A. I. –3nd International Conference navigation and motion control (MSNMC – 2014) Proceodings October 14 – 17 2014 Kyiv, Ukraine IEEE.

5. Udartsev E. P., Alekseenko S. I., Sattarov A. I. Features of automatic flight control system of UAV with vortex-active wing. - С. 50-56. Electronics and control systems : наук. журн. / Нац. авіац. ун-т. – К.: Вид-во НАУ, 2014.

6. Udartsev E. P., Alekseenko S. I., Pereverzev O.M. Aerodynamic Arrangement of unmanned convertiplane with vortexactive stabilizers/ Udartsev E. P., Alekseenko S. I., Pereverzev O.M. -3nd International Conference Actual

С.О. Іценко, д.т.н., М.Р. Стецівка, В.М. Радченко
(Національний авіаційний університет, Україна)

Дослідження впливу числа Рейнольдса на характеристики повітряного гвинта

Розроблено стенд для експериментальних досліджень повітряних гвинтів для безпілотних літальних апаратів. В результаті експериментальних досліджень отримано оцінки залежності коефіцієнтів тяги, потужності та коефіцієнта корисної дії повітряного гвинта від числа Re. Отримані оцінки являються основними чинниками в процесі узгодження характеристик силової установки і планера безпілотного літального апарату. Матеріал може бути корисним для конструкторів, аспірантів та студентів вузів авіаційного профілю.

Ефективність використання безпілотних ЛА залежить від оптимального вибору характеристик силової установки (особливо коли тяга для безпілотного ЛА створюється гвинтом [1]). Актуальною являється проблема узгодження характеристик планера безпілотного ЛА та силової установки. Вибрати гвинт, який забезпечував би найкращі льотні якості на всіх режимах польоту завдання не просте, оскільки факторів, що впливають на характеристики гвинта дуже багато. Тому приймаються до уваги фактори, які мають найбільший вплив: потужність, висота польоту, швидкість та оберти [2]. Крім цього враховується діаметр гвинта, який обмежується конструкцією ЛА. Величини цих параметрів залежать від планера ЛА та двигуна.

Більшість виробників повітряних гвинтів наводять в своїй комерційній документації тільки значення діаметра та кроку гвинта і не надають їх аеродинамічні характеристики. Існуючі методи розрахунку аеродинамічних характеристик гвинта по цим параметрам не дозволяють отримати повну та достовірну інформацію. Повітряний гвинт фіксованого кроку, як відомо, є однорежимним. Це означає, що максимальний коефіцієнт корисної дії (ККД) він забезпечує тільки на одній розрахунковій швидкості і для конкретної висоти.

Дані про залежність характеристик повітряного гвинта АВ-31 від числа Рейнольдса в діапазоні від $1,5 \cdot 10^4$ – $3 \cdot 10^5$ приведено [3]. Відомо, що несуча здатність профілів при цих числах Рейнольдса суттєво знижується а опір збільшується. Основна причина таких змін – перехід від турбулентного до ламінарного режиму у відривному "пузирі", розміщеним на верхній поверхні профілю біля передньої кромки.

В даній роботі описуються дослідження залежностей коефіцієнтів тяги, потужності та ККД модернізованого повітряного гвинта 1045MR (рис.1.) від числа Re.



Рис.1. Повітряний гвинт 1045MR (модернізований)

1. Методика вимірювань і опрацювання результатів

Для отримання характеристик повітряного гвинта було створено стенд. Загальний вигляд та його основні частини показано на рис.2. В програмному середовищі LabView написано програму, дереалізовано збір та опрацювання вимірювальних даних з подальшим збереженням в*.txt форматі. Керування обертами на валу двигуна відбувається в інтерфейсі програми автоматично та вручну.

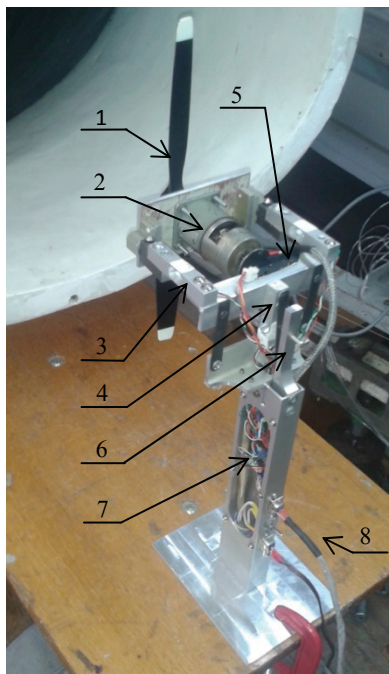
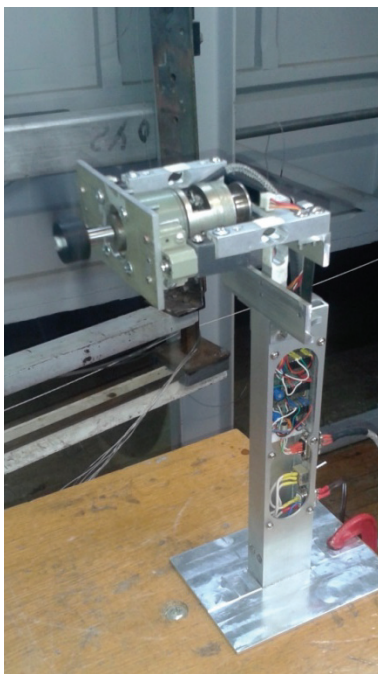


Рис.2. Конструкція стенду для дослідження гвинтів для безпілотних ЛА:

- 1 – гвинт; 2 – електродвигун; 3 – датчик моменту; 4 – датчик тяги; 5 – датчик обертів; 6 – механізм початкового навантаження; 7 – основа;
8 – інформаційний кабель.

Дослідження проводилися в два етапи: в статичі (швидкість набігаючого потоку ($V_{\infty} = 0$)) та динаміці (швидкість набігаючого потоку $V_{\infty} \neq 0$). Стенд установлювався в робочій частині аеродинамічної труби УТАД-2. При

випробуваннях стенд дозволяв вимірювати такі параметри як тягу гвинта, крутний момент на корпусі двигуна, оберти на валу, швидкість набігаю чого потоку, напругу та силу струму.

Перед випробуваннями гвинта, за допомогою пристосувань та калібрувальних гирь проводилось калібрування стенду по тязі та моменту. Калібрування напруги та сили струму відбувалося за допомогою мультиметра. Ці калібрувальні залежності мають лінійний вигляд, що дозволило апроксимувати поліномом першого ступеня.

Оцінка ефективності гвинта виконувалась наступним чином – по вимірних значеннях тяги гвинта P і крутного моменту M рахували безрозмірні коефіцієнти тяги α та потужності β [3]:

$$\alpha = \frac{P}{\rho n^2 D^4}, \quad (1)$$

$$\beta = \frac{2\pi M}{\rho n^2 D^5}, \quad (2)$$

де ρ – густина повітря, n – оберти за секунду, D – діаметр гвинта. При роботі на місці ($V = 0$) мірою ефективності є відносний ККД η_0 , який визначається за формулою [3]:

$$\eta_0 = \sqrt{2/\pi} \frac{\alpha^{3/2}}{\beta}.$$

Число Re обчислювалось по хорді лопати розміщений при $\bar{r} = 0,75$ [3]:

$$Re = \frac{0,75\pi \bar{b}_{0,75} \omega D^2 \rho}{2\mu},$$

де μ – коефіцієнт в'язкості повітря, $\bar{b}_{0,75}$ – відносна хорда при $\bar{r} = 0,75$. Виконавши математичні перетворення отримаємо формулу наступного вигляду:

$$Re = \frac{0,75\pi \bar{b}_{0,75}}{\mu} \sqrt{\frac{\rho P}{\alpha}}.$$

Таким чином встановлюється, що діапазон чисел Re визначається діапазоном реалізованих тяг гвинта. Випробування в потоці дозволили отримати залежності сили тяги і моменту на осі гвинта від швидкості набігаю чого потоку при деяких фіксованих значеннях обертів. Для визначення залежностей коефіцієнтів тяги та потужності гвинта від його відносного ходу [3]:

$$\lambda = \frac{V}{nD}.$$

Для оцінки ефективності роботи гвинта в потоці визначався коефіцієнт корисної дії [3]:

$$\eta = \frac{\lambda \alpha}{\beta}.$$

2. Результати вимірювань

Залежності коефіцієнта тяги, потужності і відносного ККД гвинта 1045MR при роботі на місці представлені на рис.3-5

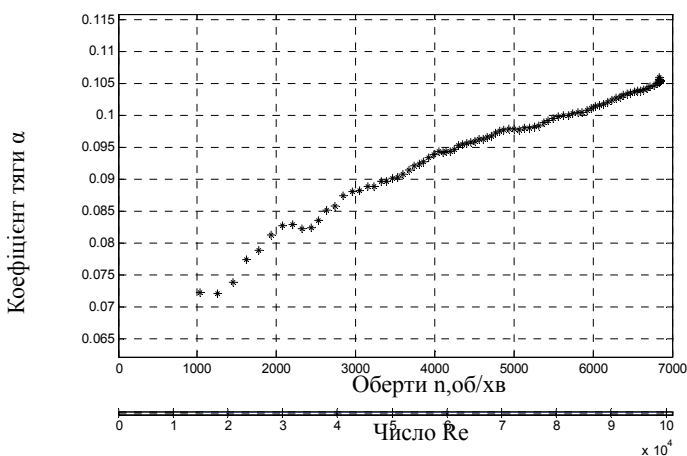


Рис.3. Залежність коефіцієнта тяги гвинта від числа Re при роботі на місці

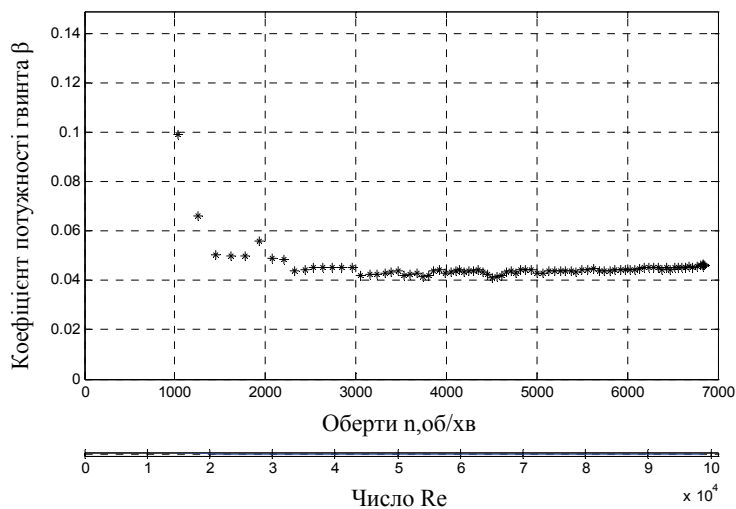


Рис.4. Залежність коефіцієнта потужності гвинта від числа Re при роботі на місці

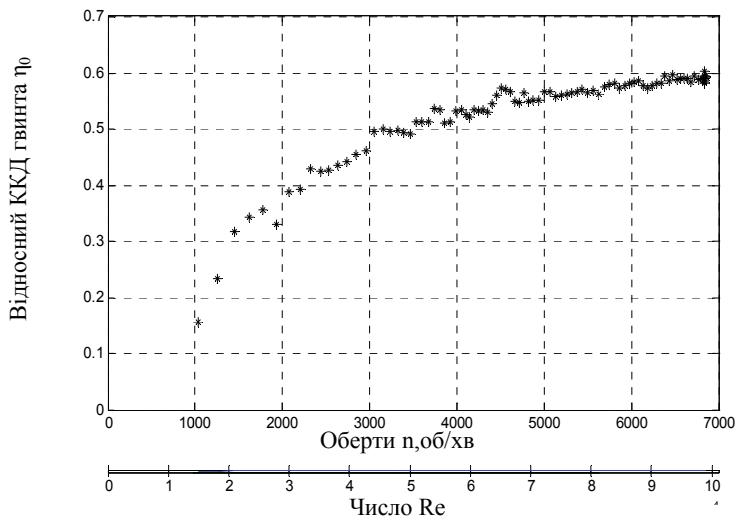


Рис.5. Залежність відносного ККД гвинта від числа Re при роботі на місці

Висновок

Показано, що розроблений стенд придатний для тестування гвинтів широкому діапазоні чисел Re, з максимальним діаметром гвинта до 14 дюймів. Представлена методика дозволяє розраховувати на базі експериментальних даних характеристики гвинта (коефіцієнт тяги, потужності, ККД) та отримати їх залежності від числа Рейнольдса. Показано, що при статичних випробуваннях гвинта ($V_\infty = 0$) збільшення числа Re приводить до росту коефіцієнта тяги, ККД в той час коли коефіцієнт потужності суттєво змінюється при малих обертах, а потім стабілізується по обертах.

Розроблена випробувальна установка може використовуватися для вирішення задач узгодження характеристик силової установки і планера безпілотного літального апарату.

Список літератури

1. Q. Wang, J. Chen, G. Fu, D. Duan, An approach for shape optimization of stratosphere airships based on multidisciplinary design optimization, Journal of INTERNATIONAL JOURNAL OF MECHANICS Volume 9, 2015 Zhejiang University Science A. Vol. 10, 2009.
2. А.С.Кравец, Характеристики воздушных винтов, М.: -1941. -259 с.
3. С.П.Остроухов, Аэродинамика воздушных винтов и винтокольцевых двигателей, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 328 с.

Управление пограничным слоем на гидродинамическом начальном участке с использованием постоянных магнитов

Актуальність даної теми полягає в тому, що в багатьох машинах і апаратах хімічної технології є робочі ділянки течії в яких характеризуються дією крім сил в'язкого тертя також і силами інерції від конвективного прискорення.

У таких пристроях, де формується інструмент для переробки полімерів так звані формуючі головки, характеристика та розміри подібних потоків можуть суттєво впливати на якість продукції. Цим по суті і визначається актуальність і доцільність подібного типу гідродинамічних досліджень. У зв'язку з цим метою даної роботи є розв'язання наукової проблеми по удосконаленню методів гідродинамічного розрахунку потоку в'язкої та аномально - в'язкої рідини в робочих елементах формуючого обладнання з урахуванням як реологічних властивостей рідини так і проявів сил інерції від конвективного прискорення та підвищення ефективності його роботи. Для досягнення даної мети вирішені наступні задачі:

- Проведено аналіз існуючих конструкцій формуючого обладнання і з'ясовано при яких обставинах важливу роль в гідравлічних розрахунках мають сили інерції від конвективного прискорення тобто уявлення про гідродинамічну початкову ділянку;

- Розроблено математичну модель, що дозволяє визначити кінематичні і динамічні характеристики потоку аномально - в'язкої рідини на початковій ділянці циліндричного щілинного зазору;

- Проведені реологічні дослідження використаних рідин, які з певною точністю моделюють реальні розплави полімерних матеріалів;

- Проведено фізичне моделювання гідродинаміки потоку під впливом сил інерції від конвективного прискорення, на основі якого одержані результати по розподілу швидкостей для рідин типу Оствальда де Віля;

- Визначені залежності для розподілу втрат енергії на початковій ділянці ізотермічного потоку;

- Вперше запропоновано метод розрахунку довжини початкової ділянки для щілинних циліндричних зазорів та кінематичних параметрів на базі фізичного та математичного моделювання розроблена методика розрахунку гідродинаміки ламінарного потоку неньютонівської рідини в циліндричних зазорах.

Об'єктом дослідження є нестабілізовані гідродинамічні процеси при течії аномально - в'язкої рідини в циліндричних зазорах. Предметом досліджень – кінематичні і динамічні характеристики нестабілізованого потоку аномально – в'язкої рідини на початковій ділянці.

В основу проведених методів дослідження покладено аналіз та наукове узагальнення наукових джерел, що дозволило обґрунтувати актуальність

наукової задачі та сформулювати задачі досліджень. Проведено математичне і фізичне моделювання нестабілізованих течій в циліндричних зазорах з врахуванням певних граничних і початкових умов, використані сучасні методи дослідження кінематичних характеристик потоку, що ґрунтуються на доплерівському ефекті. Результати теоретичних досліджень порівнювались з експериментальними даними. Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Розроблена модель ламінарної нестабілізованої течії в щільних зазорах.

2. Вперше розроблені способи експериментального дослідження кінематичних і динамічних характеристик потоку в щільних циліндричних зазорах з використанням сучасного методу лазерної доплерівської анемометрії.

3. Отримані характеристики течії та фактори на них впливаючі.

4. Запропоновані нові науково обґрунтовані методи розрахунку гідродинаміки потоку аномально - в'язкої рідини в формулюючому інструменті.

Якщо для ньютонівських рідин течія в двозв'язній області достатньо повно вивчена, то для неньютонівських рідин аналітичні рішення носять частіше наближений характер. У наведених дослідженнях відсутні відомості про вплив умов входу на параметри потоку в області початкової ділянки, про розподіл швидкостей і напружень з урахуванням різниці площі поверхні зовнішньої й внутрішньої труби, розрізнені дані про довжину початкової ділянки, що приводить до доведення розроблювального встаткування такого як екструзійні головки полімеризаційні апарати та ін. Особливістю такого встаткування є те, що робочі ділянки такого встаткування короткі й течії там нестабілізовані відповідно течії на гідродинамічній початковій ділянці.

Для розрахунку встаткування необхідно знати кінематичні і динамічні характеристики потоку, а також ковзання, що виникає. Наприклад, кінематичні й динамічні характеристики необхідні для розрахунку часу перебування полімеру в робочій ділянці, щоб не допустити його перегрівання й у деяких випадках горіння, що приводить до браку, а також необхідно знати дотичні напруги, перевищення яких веде до великої поверхневої неоднорідності, що приводить до більших коливань потоку, що у свою чергу приводить до того, що екструдат виходить у вигляді скривленого, закрученого струменя, що також приводить до великої поверхневої неоднорідності, які приводять до пульсацій потоку, що також приводить до браку. Також необхідно знати зусилля, що передається через голівку на екструдер. Якщо для ньютонівської рідини ці завдання вирішені, то для неньютонівської рідини рішення носять наближений характер, відсутні або неповні відомості про довжину гідродинамічної початкової ділянки розподілу тиску й дотичних напруг, що приводить до доробки встаткування.

У цей час, для того щоб запустити машину в серію необхідно скласти модель провести фізичне моделювання й тільки після цього обладнання запускається в серійне виробництво що приводить до високої вартості встаткування.

Математичне моделювання було засновано на рішенні системи рівнянь руху рідини, що враховує практично все реально можливу різноманітність умов входу потоку в канал при наступних граничних і початкових умовах. Ця система універсальна. Схема рішення нами була конкретизована при аналітичному рішенні.

Фізичне моделювання течії проводилось на спеціально зібраному стенді на якому одночасно проводилися дослідження кінематичних, динамічних і реологічних характеристик потоку неньютоновської рідини при її течії у двохзв'язкової області. Як моделюючі рідини використалися водяні розчини полівинилового спирту ПВС марки 72 ГОСТ 10779-69 та частиною натриевої солі та карбоксилметілцелюлози КМЦ ТУ 6-15-692-72. Вибір їх заснований на тім, що їх реологічні властивості такі ж, як й у розплавів полімерів. Концентрації рас твору в зв'язку з широким діапазоном заданих індексів течії коливались від 0.5% до 15% .

Гідравлічна частина стенду виконана у вигляді замкнутого контуру та складалась з відцентрового насосу “Calpeda MGH” з векторним блоком керування “НІТАНІ SG-200” і зворотнім зв'язком по тиску та вентилятором для охолодження електродвигуна, робочої ділянки, заспокійливого та зливного баків та переливного баку та індукційного витратоміра “РКС-29”. Використання скалярного блоку керування насосу виявилось неможливим в зв'язку з тим, що скалярний блок керування не забезпечує високого обертового моменту якій необхідний для перекачування неньютонових рідин. Використання переливного баку необхідно для унеможливлення пульсацій потоку, які виникають в зв'язку особливостями неньютонової поведінки рідини. Векторний блок керування “НІТАНІ SG-200” приєднувався до ЄОМ для зміни фіксації та контролю параметрів електродвигуна насоса та вентилятора. Робоча ділянка виконана у вигляді подвійних скляних труб різного діаметру з товщиною стінки 0,5 мм та довжиною 1,5 метра.

Розподіл тиску вимірювся за допомогою п'єзометрів та датчиків тиску. Реологічні характеристики вимірялися на віскозиметрі “Реотест 2”.

Кінематичні характеристики вимірялися на спеціально зібраному лазерному доплерівському вимірнику швидкості на основі відомої диференційної схеми. Однак використання такої схеми на практиці для дослідження неньютонової рідини виявилось неможливим. Тому така схема була перероблена та доповнена.

Схема складалась з гелій - неоновового випромінювача ЛГ-79-1, що генерує промінь, 0.63 мкм з показником ТЕМ (0, 0) потужністю до 24 міліватів. Потужність лазерного випромінювання регулювалася за допомогою блоку керування. Промінь із випромінювача попадав на світлоподільний кубик, де розділявся на два промені приблизно по 50 відсотків потужності. Ці два промені за допомогою спеціально сконструйованого для таких досліджень об'єктивів з світлосилою 1.2 та фокусною відстанню 50 мм. та 15 мм. фокусувалися в досліджуваній точці потоку рідини.

Два об'єктива використовувалися для того щоб вимірювати локальну швидкість в широкому діапазоні швидкостей в зв'язку з тим що частота сигналу залежить від кута під яким перетинаються промені та при перевищенні

частоти сигналу вище 100 кГц частота сигналу буде знаходитися в області шумів радіочастот та шумів від лазерного випромінювання в зв'язку зі значним розфокусуванням лазерних променів після їх перетину в потоці неньютонової рідини. Оскільки шуми радіочастот по амплітуді вище ніж амплітуда сигналу то виміряти сигнал було б неможливо.

Для зменшень впливу поверхні труб на аберацію в даній роботі використовувались труби з товщиною стінки 0,5 мм. В об'єктиві, який був створений спеціально для таких досліджень виправлялись аберації та змінювалась форма променя таким чином щоб переріз променя в точці виміру був циліндричний. Об'єktiv складався з шістьох лінз. Як відомо кожна лінза відбиває 5 відсотків лазерного випромінювання. Тобто втрати потужності лазерного випромінювання складали більше половини потужності, що привело б до неможливості проведення досліду. В зв'язку з вищевикладеним було зроблено просвітлюючи напилення на кожній лінзі яке складалося з 16 шарів. Таке напилення дозволило зменшити втрати випромінювання які у всій схемі склали не більше 3 відсотків. При перетинанні променів спостерігалася інтерференція. Коли частки, які перебували в рідині, проходили через цю точку від них відбивався сигнал, пропорційний швидкості частки. Цей сигнал через об'єktiv з фокусною відстанню 50мм та світлосилою 1.4 фокусувався на діафрагму з діаметром отвору $2 * 10^{-6}$ мм. Розмір отвору діафрагми визначався дослідним шляхом. Діафрагма використовувалась для того щоб уникнути потрапляння розфокусованого лазерного випромінювання та іншого світла в фотоелектронний помножувач так як таке світло має амплітуду вище ніж амплітуда сигналу а частоту таку ж саму як частота сигналу. Для збільшення точності вимірювання проводилось діафрагмування лазерних променів в об'єктиві. Діафрагмування в даному випадку необхідно для того щоб збільшити глибину різкості зображення точки перетину лазерних променів та уникнути вплив на вимірювання локальної швидкості сусідніх шарів рідини. Далі сигнал уловлювався фотопомножником. У якому на електродах сигнал підсилювався та відбувалося перше перетворення Фур'є. Місце розташування фотопомножника вибиралось на основі дослідження діаграми розсіювання псевдопластичної рідини. Після фотопомножника сигнал попадав на перемикач, потім на спеціально розроблений режекторний фільтр, для того щоб виділити потрібну частоту й потім на селективний підсилювач. Використання звичайних фільтрів для таких досліджень виявилось неможливим тому що як відомо кожен радіосигнал складається з спектру сигналів які мають різну частоту. Кожен з сигналів цього спектру відповідає за форму сигналу. Складові спектру сигналів при таких дослідженнях співпадають по частоті з частотою шуму. Тобто звичайна фільтрація сигналу призводила до фільтрації і складових спектру сигналу тобто і самого сигналу. Це призводило до неможливості проведення таких дослідів. Для розробки фільтру для таких досліджень необхідно було розглянути кожну складову спектру сигналу. Проведення таких досліджень стало можливим при використанні цифрового спектроаналізатору в якому передбачена функція запам'ятовування всіх складових спектру сигналу. Як відомо амплітуда складових спектру різко зменшується при зміні частоти

від несучої до нескінченності. Тому в даній роботі був розроблений фільтр який одночасно проводив фільтрацію по амплітуді та частоті сигналу з таким розрахунком щоб пропускати повністю несучу частоту та складові спектру а відфільтровувати тільки шум. Розроблення фільтра ускладнювалося ще й тим що частота сигналу змінювалась в залежності від швидкості частинок. Відповідно до цього змінювались частоти і всіх складових спектру сигналу. Тому елементи фільтру підібрані таким чином щоб відслідковувати зміни частоти сигналу та його складових спектру і відповідно відфільтровувати тільки шум. Після селективного підсилювача сигнал подавався на цифровий осцилограф “Rigol”. З осцилографа на процесор для того щоб підтримувати необхідний рівень сигналу коли частинки не перебувають у зоні перетинання лазерних променів і потім на аналізатор спектру. На аналізаторі спектру проводилось вимірювання частоти сигналу. З аналізатора спектру сигнал подавався на СОМ де реєструється та за рахунок розробленого програмного забезпечення перераховується в швидкість та будувалась епіюра швидкостей.

Результати експериментальних досліджень були зіставлені з аналітичними, що дозволило зробити висновок про збіжність результатів дослідних й аналітичних. Відносна похибка становить не більше десяти відсотка.

Список літератури

1. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления – М.” Недра ”,1982.-198с.
2. Альтшуль А.Д., Калицун В.И. Гидравлические сопротивления трубопроводов.- М. “ Наука ”, 1964-18с.
3. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика /основы жидкости/- М. Издательство литературы по строительству , 1965-274с.
4. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. – М. ” Машиностроение ”, 1971.-672 с.
5. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика – М. , “Машиностроение” , 1987- 440 с.
6. Копилов С.В. , Яхно Б.О. Математическое моделирование течения аномально вязких жидкостей в цилиндрических зазорах ., Труды междунар. научно-тех. конференции , Киев , КПИ , Том III , 1998-с. 351-354.
7. Копилов С.В. Визначення градієнта тиску ньютонівських рідин у трубах. Весник НТУУ “КПІ” , Машиностроение , Том II 1999- с. 350-356.
8. Копилов С.В. Перекачування рідин різних в’язкостей ., Наукові вісті , НТУУ “КПІ” , 1998 №1 , с.45-47.

Дослідження характеристик малогабаритного шестиствольного приймача повітряного тиску

Розглянуто шестиствольний приймач повітряного тиску. Проведено його калібрування, що дало змогу оцінити його характеристики. Проведено порівняння отриманих характеристик з характеристиками наявного, в аеродинамічному комплексі НАУ, шестиствольного приймача повітряного тиску ЦАГІ. Отриманий приймач повітряного тиску дасть змогу забезпечити нові можливості досліджень під час експериментальних робіт в аеродинамічних трубах НАУ ТАД-2 та УТАД-2.

Розвиток авіаційної та ракетної техніки вимагає удосконалення та розвиток засобів експериментальної аеродинаміки. Як відомо аеродинаміку прийнято розділяти на теоретичну та експериментальну. Оскільки теоретична аеродинаміка вивчає лише моделі явища та намагається отримати максимально можливу кількість висновків з наявного числа основних фактів, котрі покладені в основу даної моделі, то факти отримані експериментальним шляхом необхідні головним чином для створення таких моделей явищ. Експериментальна ж аеродинаміка вивчає саме явище, таким чином, яким це відбувається в дійсності. Так як обидві складові, теоретична та експериментальна, по суті є двома сторонами загальної науки - аеродинаміка, то їх розвиток можливий лише при їх тісному взаємозв'язку.

В Національному авіаційному університеті є аеродинамічний комплекс до складу якого входять аеродинамічні труби (АТ) ТАД-1, ТАД-2, УТАД-2 [3]. АТ ТАД-1 являє собою замкнену атмосферну АТ з робочою частиною квадратного перетину 4×4 (м) і довжиною 10.5 (м), обладнану щільними стінками зі ступенем перфорації близько 12%, розрахункова швидкість потоку у робочій частині становить 72 м/с. Нажаль, пусконаладжувальні роботи на електрообладнанні ТАД-1 закінчені не були, проведені тільки контрольні прокручування двигунів приводу без створення потоку у робочій частині. Проте АТ ТАД-2, УТАД-2 знаходяться в робочому стані. ТАД-2 являє собою аерозольну прямооточну АТ, що є найбільшою в Україні АТ малих швидкостей та має статус національного надбання України. ТАД-2 має робочу частину восьмикутного перетину розмірами $4 \times 2,5 \times 5,5$ (м) і площею перетину $9,0$ (м²), котра розташована у камері Ейфеля, швидкість повітряного потоку до 42 (м/с). АТ УТАД-2 є атмосферною замкненою АТ малих швидкостей з відкритою робочою частиною еліптичного перетину розмірами 750×420 (мм) і довжиною 900 (мм), швидкість повітряного потоку до 28 (м/с). Типи аеродинамічних випробувань, котрі на сьогодні виконуються в ТАД-2, УТАД-2: вагові випробування на шестикомпонентних вагах; квазістатичне моделювання відокремлення об'єктів; випробування динамічно-подібних моделей; випробування вітроенергетичних установок; вимірювання розподілу

тиску (дренажні випробування); випробування натурних гвинтомоторних установок надлегких літальних апаратів; моделювання обледеніння; моделювання зливових опадів; дослідження шарнірних моментів; атестація пристроїв для вимірювання швидкості та напрямку вітру; дослідження розподілу тиску і поля потоку навколо моделей.

В багатьох, з перерахованих, типах аеродинамічних випробуваннях виникає необхідність, для більш детального вивчення фізичного явища - оцінка параметрів повітряного потоку. Зокрема: визначення скосу повітряного потоку, визначення параметрів вихрових структур, визначення локальних швидкостей повітряного потоку за моделлю, визначення просторового розподілу векторного поля швидкостей в просторі, оцінка потоку поблизу гвинтів, дослідження структури обтікання аеродинамічного профілю чи інших елементів літального апарату і т. ін. Таким чином виникає необхідність при експериментальних дослідженнях в АТ оцінювати не тільки величину, але й напрямок повітряного потоку. Як відомо, для таких цілей в АТ використовують шестиствольний насадок ЦАГІ (шестиствольний приймач повітряного тиску 6-ППТ), в котрого окрім п'яти отворів для вимірювання повного тиску та напрямку швидкості потоку, що розміщені на напівсферичній частині, є отвори на циліндричній частині для вимірювання статичного тиску (Рис.1).

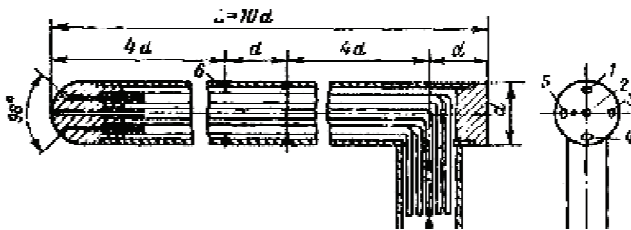


Рис.1. Шестиствольний насадок ЦАГІ

d - діаметр насадку; L - довжина насадку; 1,4 - отвори для оцінки різниці тиску при визначенні напрямку повітряного потоку в вертикальній площині; 3,5 - отвори для оцінки різниці тиску при визначенні напрямку потоку в горизонтальній площині; 2 - отвір для оцінки повного тиску; 6 - отвори для оцінки статичного тиску.

Наявні засоби для аеродинамічних випробувань в ТАД-2, УТАД-2 мають в своєму арсеналі 6- ППТ ЦАГІ, рис.2. Проте значення діаметру приймача складає $d = 16$ (мм), що при відповідних масштабах моделей в ряді випадків при експериментальних дослідженнях не дозволяє провести оцінку параметрів повітряного потоку. Оскільки відповідні габарити насадку Рис. 2. вносять збурення в досліджувану точку повітряного потоку, чим відповідно спотворюють фізичну картину явища. Даний вплив врахувати не можливо. Відповідно виникла необхідність створення малогабаритного 6-ППТ, з значно меншими габаритами, що в свою чергу дозволить проводити оцінку параметрів повітряного потоку в досліджуваних точках при відповідних експериментальних дослідженнях. Зрозуміло, що такий приймач буде вносити

також певні збурення в повітряний потік, проте менші габарити даного приймача не будуть змінювати загальну фізичну картину явища. В НАУ на кафедрі Аеродинаміки та БПЛА було розроблено даний приймач 6-ППТн, котрий зображений на рис.3.



Рис.2. Шестиствольні 6-ППТ ЦАГІ аеродинамічного комплексу НАУ



Рис.3. Розроблений шестиствольний приймач 6-ППТн аеродинамічного комплексу НАУ, в порівнянні з наявним 6-ППТ ЦАГІ

Відповідно до відомих підходів з використання 6-ППТ величина локальної швидкості W повітряного потоку в точці вимірювання визначається за формулою:

$$W = \sqrt{\frac{2 * (h_2 - h_{ст}) * \zeta_K}{\rho}},$$

де $(h_2 - h_{ст})$ - перепад тиску в відповідних дренажних отворах 6-ППТ, див. рис.1;

ρ - густина повітря;

ζ_K - коефіцієнт 6-ППТ, отриманий за результатами калібрування по швидкості V_∞ та кутам α і β .

Як відомо калібрування 6-ППТ проводиться в два етапи. Перший етап калібрування передбачає визначення коефіцієнта 6-ППТ ζ_K при нульовому положенні, тобто кут встановлення 6-ППТ в вертикальній площині $\alpha = 0$ та кут встановлення в горизонтальній площині також $\beta = 0$. На другому етапі калібрування 6-ППТ проводиться оцінка залежностей функцій χ, σ , в залежності від кутів α, β з подальшим їх використанням при оцінці кутів

скосу повітряного потоку, функції χ, σ визначаються за наступними залежностями:

$$\chi = \frac{(h_2 - h_1) - (h_2 - h_3)}{(h_2 - h_1) + (h_2 - h_3)},$$

$$\sigma = \frac{(h_2 - h_4) - (h_2 - h_5)}{(h_2 - h_4) + (h_2 - h_5)},$$

де, $(h_2 - h_1), (h_2 - h_3), (h_2 - h_4), (h_2 - h_5)$, перепад тиску в відповідних дренажних отворах 6-ППТ, див. рис.1.

Після чого будується калібрувальна сітка. Для оцінки параметрів розробленого малогабаритного 6-ППТн було використано АД УТАД-2 НАУ з відповідним обладнанням для зміни кутів α, β при відповідній швидкості повітряного потоку в робочій частині АД, рис.4.



Рис.4. Експериментальне обладнання для оцінки характеристик малогабаритного 6-ППТн

Для збору, реєстрації та обробки експериментальних даних під час калібрування 6-ППТн в програмному середовищі Labview було розроблено відповідне програмне забезпечення.

Висновки

Розроблено малогабаритний шестиствольний приймач повітряного тиску, котрий забезпечить розширення можливостей аеродинамічного комплексу НАУ в області експериментальної аеродинаміки. Отримано програмне забезпечення для оцінки параметрів 6-ППТн, за допомогою якого вдалося провести оцінку його характеристик та порівняти їх з характеристиками 6-ППТ ЦАГІ. На підставі даної оцінки показані переваги, недоліки та можливості використання 6-ППТн.

Список літератури

1. <http://wt.nau.edu.ua/index.html>
2. Дубов Б.С. Основы обеспечения качества испытаний в аэродинамических трубах / Б.С. Дубов. – М.: Бумажная Галерея, 2003. – 320 с..
3. Горлин С.М. Аэромеханические измерения / С.М. Горлин, И.И. Слезингер. – М.: Наука, 1964. – 720 с.
4. Антропов В.Ф., Бураков Г.Б., Дьяченко А.С. Экспериментальные исследования по аэродинамике вертолета / В.Ф. Антропов, Г.Б. Бураков, А.С. Дьяченко, В.Р. Липатов, А.К. Мартынов, П.М. Новоселов, А.В. Степанов. – М. Машиностроение, 1972. – 240 с.
5. Петунин А. Н. Методы и техника измерений параметров газового потока / А. Н.Петунин. – М. Машиностроение, 1972. 332 с.
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика / А.К. Мартынов,. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950.– 479с.
7. ГОСТ Р 8.563 - 96 ГСИ. Методик выполнения измерений.
8. ГОСТ 8.010-99. Методики выполнения измерений. Основные положения.
9. Юрьев Б.Н. Экспериментальная аэродинамика. Часть 1: Теоретические основы экспериментальной аэродинамики / Б.Н. Юрьев – М.: Книга по Требованию, 2012. –302 с.

*Г.М. Агєєва, к. т. н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Містобудівне значення висотних об'єктів обслуговування повітряного руху

Наведені результати дослідження впливу висотних будівель обслуговування повітряного руху на містобудівну ситуацію територій, розташованих навколо аеропортів.

Актуальність теми. Повітряний транспорт і пов'язана з ним інфраструктура мають великий вплив на розвиток населених міст.

Території аеропортів сягають значних розмірів, наприклад, площа території Frankfurt Airport (Німеччина) складає 2160 га; площа території Міжнародного аеропорта «Бориспіль» (Україна) – 943 га.

Подальший динамічний розвиток аеропортів вимагає не тільки внесення змін до генеральних планів, але й реорганізації транспортної інфраструктури локального, регіонального та національного значення, тощо. Зонами реорганізації становляться також літoviще, службово-технічна територія (СТТ), привокзальна площа, під'їзні дороги та ін.

Внаслідок скорочення відстаней між сельбищною територією та межами аеродромів, для забезпечення безпеки польотів вирішуються завдання щодо знесення окремих ділянок житлової забудови, промислових зон, кладовищ та ін. Місця розташування та висоти нових об'єктів на приаеродромних територіях узгоджуються з відповідними органами. При цьому аналізується та оцінюється можливий вплив майбутнього об'єкта як потенційної штучної перешкоди для виконання польотів повітряних суден, а також вплив на роботу засобів радіотехнічного забезпечення польотів та ін.

Архітектура сучасних аеропортів та прилеглих до них територій не залишається осторонь цих проблем. Зокрема все частіше з'являються нові акценти забудови – оригінальні за вирішенням будівлі аеродромно-диспетчерських вишок (АДВ), висота яких досягає або перевищує 100 м [1].

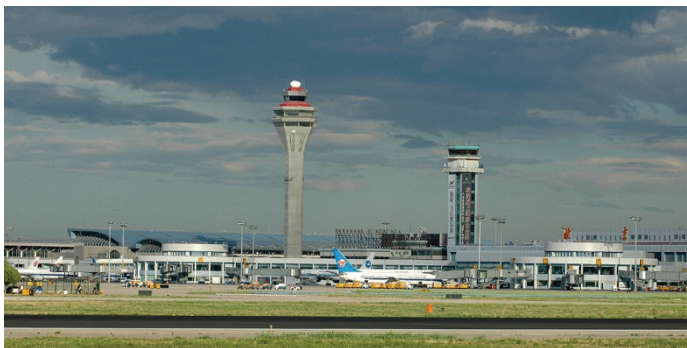
Мета досліджень – оцінити вплив висотних будівель обслуговування повітряного руху на містобудівну ситуацію територій, розташованих навколо аеропортів.

Основні результати дослідження

Будівництво нових будівель АДВ не обов'язково супроводжується демонтажем існуючих, як це було, наприклад, в Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport, США.

Кількість будівель АДВ може досягати (рис.1, а, б) або перевищувати 2 (наприклад, Amsterdam Airport Schiphol, Нідерланди; San Francisco International Airport, США).

«Старі» будівлі можуть виконувати резервні функції, тобто забезпечувати роботу диспетчерських служб під час виникнення аварійних ситуацій (Tokyo International Airport Haneda, Японія).



а



б



в



г

Рисунок 1. Будівлі АДВ: а – Beijing Capital International Airport, Пекін, Китай; б – Amsterdam's Schiphol airport, Нідерланди; в – Edinburgh Airport, Шотландія; г – Vienna International Airport, Австрія

Змінюються й місця розташування будівель АДВ на генплані: на відміну від «звичайних» - територія СТТ, на межі з літовищем, це може бути, наприклад, привокзальна площа (рис. 1, в, г).

Вони відокремлюються від комплексу будівель службово-пасажирського призначення (пасажирські термінали, аеровокзальні комплекси та ін.), внаслідок чого:

- може втрачатися домінуюча роль в середовищі забудови аеропорту;
- з'являється нова роль домінанти забудови, що склалася та динамічно розвивається навколо аеропорту (населені міста, транспортно-пересадкові вузли, логістичні центри тощо, рисунки 2, 3).



Рисунок 2. Панорама забудови навколо Düsseldorf Airport, Німеччина



Рисунок 3. Ділянка лінії міського електропоїзда, Munich Airport, Німеччина

Вітчизняна практика аеропортобудування налічує такі приклади. За офіційними даними в 2012 р. диспетчерське обслуговування аеродромного руху за допомогою АДВ здійснювалось на 22 аеродромах України [2]; в 2016 р. - на 17 аеродромах (Вінниця, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Івано-Франківськ, Київ/Бориспіль, Київ/Жуляни, Кіровоград, Кривий Ріг, Львів, Одеса, Полтава, Рівне, Суми, Ужгород, Харків, Херсон та Чернівці). Зниження кількісних показників пов'язане з політичними та технічними причинами (низька інтенсивність польотів тощо).

Існуючі будівлі АДВ мають різну поверховість, розміщені відокремлено (наприклад, аеропорт «Запоріжжя») або заблоковані з будівлями аеровокзалів (наприклад, аеропорт «Київ/Бориспіль», аеропорт «Хмельницький»).

Чотири із них побудовані впродовж останнього десятиріччя на замовлення Державного підприємства обслуговування повітряного руху (ДП ОПР) «Украерорух» в аеропортах «Сімферополь» (висота будівлі - 29 м, 2010 р.), «Донецьк» (51 м, 2012 р.), «Харків» (43,6 м, 2014 р.); розпочала роботу й нова АДВ аеродрому «Київ/Жуляни».

В планах розвитку та модернізації регіональних структурних підрозділів ДП ОПР «Украерорух» - будівництво нових АДВ на аеродромах «Київ/Бориспіль» та «Одеса», які межують з м.м. Бориспіль та Одеса.

За розрахунковими даними нові будівлі АДВ можуть стати висотними акцентами архітектури не тільки відповідних аеропортів, але й населених міст. Тобто саме вони можуть внести як позитивні, так й негативні зміни до так званої «блакитної лінії» - лінії висот міської забудови, що склалася, в т. ч. історично [3].

Архітектура та містобудівне значення об'єктів обслуговування повітряного руху є предметом наукових інтересів кафедри містобудування Навчально-наукового інституту аеропортів НАУ.

В 2016 р. під час розроблення дипломного проекту «Будівля контрольно-диспетчерського пункту» [4] освітньо-кваліфікаційного рівня (ОКР) «Бакалавр» напрямку підготовки 6.060102 «Архітектура» було запропоноване нове архітектурне рішення, яке враховувало такі чинники: технологічні вимоги, розрахункові умови для будівництва, містобудівні особливості ділянки будівництва (наближеність до житлової забудови, автовокзал та ін.). 7

Метою дипломного проекту було створення виразного за архітектурно-художнім образом об'єкту, об'ємно-планувальні, конструктивні та інженерні рішення якого забезпечують реалізацію сучасних технологій обслуговування повітряного руху. В реалізацію ідеї даної роботи були покладені автентичні традиційні образи: родюче колосся ланів та білого птаха небес – лелеки, які повинні гарно проглядатися з основних видових точок, в т.ч. привокзальної площі.

В 2017 р. під час розроблення проекту «Комплекс обслуговування повітряного руху в аеропорту» ОКР «Бакалавр» напрямку підготовки 6.060102 «Архітектура» вирішуються більш складні питання щодо вибору ділянки будівництва з точки зору просторового сприйняття об'єкта.

Забудова, яка оточує територію аеропорта, представлена житловими будинками різної поверховості, промисловими та комунально-складськими підприємствами, комплексом культових споруд та ін.

Висновки

1. Врахування впливу висотних об'єктів обслуговування повітряного руху на містобудівні ситуації районів існуючої забудови, що склалася навколо аеропортів – це складова містобудівних завдань, розв'язання яких дозволяє вирішити низку проблемних питань під час вибору ділянки будівництва АДВ.

2. Архітектурне рішення висотних будівель АДВ бере участь у формуванні силуету та панорам забудови аеропорту та територій навколо його. Тому повинне забезпечуватись якісне зорове сприйняття будівель АДВ з різних видових точок та відстаней.

3. Серед містобудівних особливостей висотних будівель АДВ більш значним для них є зорове сприйняття з видових точок, розташованих на значних відстанях, в т. ч. на відкритих просторах.

Список літератури

1. Агєєва, Г. М. Об'єкти спеціального призначення – висотні акценти архітектури аеропортів/ Г. М. Агєєва/ Промислове буд-во та інженерні споруди. - 2016. - №3. - С.20-24.

2. Максютенко, І. Є. Аналіз стану зношеності та динаміки оновлення інформаційно-телекомунікаційних систем на авіаційному транспорті/ І. Є. Максютенко// Економіка. Менеджмент. Бізнес. – 2013. - №2 (8). – С.61-72.

3. Апостолова-Сосса, Л. О. До питання забезпечення збереження історичних панорам міст / Л. О. Апостолова-Сосса // Сучасні проблеми арх.-ри та містобудування. – 2017. – Вип.47. – С.4-8.

4. New face of air traffic service's objects/ A. Volkova, G. Agieieva // The seventh word congress aviation in the XXI-st century' «Safety in Aviation and Space Technologies» September 19-21.2016, Kyiv, Ukraine: Proceedings. - p.10.1.27-10.1.30.

Розрахунок зігнутих сталезалізобетонних конструкцій в незнімній опалубці

Розглянуті питання розрахунку зігнутих сталезалізобетонних конструкцій в незнімній опалубці. Зроблений висновок про доцільність використання розрахункової деформаційної моделі, яка найкраще відповідає реальній роботі несучих конструкцій

Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці можуть бути дуже різноманітними [1]. Крім конструктивних ознак (армування трубами, листами чи прокатними профілями, профільованими листами), призначенням (колонни, балки, плити), вони відрізняються видом напруженого стану (центрального чи позacentровий стиск, згинання). На сьогоднішній день існують багато способів розрахунку залізобетонних конструкцій, які в певній мірі забезпечують їх надійність при експлуатації. Розрахунок залізобетонних конструкцій в незнімній опалубці може виконуватись наступними методами: з використанням розрахункової деформаційної моделі; з урахуванням граничних зусиль в бетоні, арматурі і сталі, виходячи з їх пластичної роботи; за приведеним до сталі перерізом.

На даний час досить глибоко розроблені та отримали широке розповсюдження чисельні розрахунки несучих конструкцій з використанням методу кінцевих елементів за допомогою ЕОМ. Проблеми розрахунку сталезалізобетонних конструкцій розглянуті в міжнародному нормативному документі Eurocode 4 [2].

Аналіз результатів досліджень, проведених до цього часу, і вивчення досвіду використання сталезалізобетонних плит по сталевому профільованому настилу показують, що при достатньому техніко-економічному обґрунтуванні монолітні плити по сталевому профільованому настилу є досить ефективними (можуть давати економію сталі в порівняно із звичайними залізобетонними до 30%). Вони мають ряд переваг і, незважаючи на деякі недоліки, відповідають усім вимогам сучасного будівництва. Однією з проблем, що виникають при проектуванні конструкцій із листовою арматурою, є забезпечення сумісної роботи бетону та сталі. Усі існуючі анкерні засоби закріплюються на листовій арматурі за допомогою зварювання, а конструктивні розробки анкерів при опиранні плит на бетонні, залізобетонні та цегляні конструкції практично відсутні. Розрахунок сталезалізобетонної плити повинен виконуватися за міцністю нормальних і похилих перерізів, а також за міцністю зв'язку листової арматури з бетоном. Сталезалізобетонна плита із зовнішньою профільованою арматурою в поперечному перерізі являє собою ребристу балкову конструкцію, розрахунок якої може бути зведений до забезпечення міцності одиночного ребра таврового перерізу. Розрахунок таврових перерізів залежить від положення нейтральної осі по висоті перерізу (рис.1)

Запропоновані методи розрахунку залізобетонних конструкцій в незнімній опалубці, що працюють на згин для всіх типів перерізів, які розглядаються в [1]. Так при розгляданні напружено-деформованого стану залізобетонних елементів із зовнішнім листовим армуванням прийняті відомі передумови:

- дотримується гіпотеза плоских перерізів;
- дотримуються умови статки: $\sum N_i = 0$; $\sum M_i = 0$,

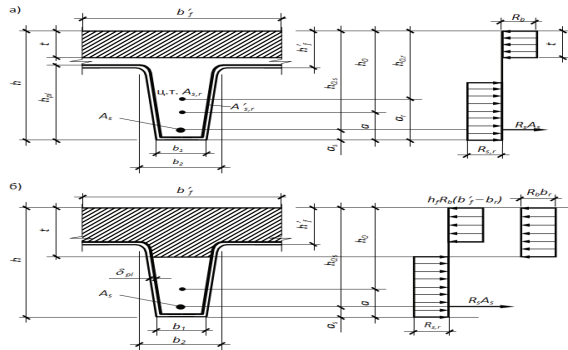


Рис. 1. Таврові поперечні перерізи та їх розрахункові схеми:

а) нейтральна лінія в межах полиці; б) нейтральна лінія в ребрі тавра

- опір бетону на розтяг приймається рівним нулю;
- опір бетону на стиск умовно представляється напруженням, рівним R_b , (помножений, в необхідних випадках на коефіцієнт умов роботи), рівномірно розподіленим по частині стиснутої зони;
- розтягуючі напруження в листовій і стрижневій арматурі приймаються не більше розрахункових опорів розтягу R_y і R_s , помноженими, в необхідних випадках, на коефіцієнт умов роботи;
- стискаючі напруження в листовій і стрижневій арматурі приймаються не більше розрахункових опорів на стиск R_y і R_{sc} , помноженими в необхідному випадку на коефіцієнт умов роботи.

Розроблена методика розрахунку згинальних залізобетонних елементів в незнімній опалубці на поперечну силу. При розрахунку елементів з листовим армуванням слід використовувати формулу (1) :

$$Q_u \leq \frac{\varphi_{b4} R_{bt} b h_0^2}{c} + 2 R_{yw} t_w c \quad (1)$$

Для розрахунку переміщень згинальних залізобетонних елементів в незнімній опалубці отримана формула (2) :

$$f_M = \frac{M_{роз}}{0,85 \cdot I_{red} \cdot E_s} \cdot \left(\frac{3l^2 - 4a^2}{24} \right) \quad (2)$$

Запропоновані також формули для розрахунку анкерних засобів, що забезпечують сумісну роботу бетону та сталі в залізобетонних конструкціях в незнімній опалубці.

У профільованих настилах, що мають на бічних поверхнях ребер ум'ятини та виступи (риф) для підвищення зчеплення арматури з бетоном, сумарне зусилля зсуву в опорних анкерах становить:

$$N_a^{\text{sup}} = N_{pl} - N_a^{\text{sp}} \quad (3)$$

Сумарне зусилля зсуву, котре сприймається всіма пролітними рифами на половині довжини і повній ширині плити, обчислюється за формулою:

$$N_a^{\text{sp}} = n_{st} \gamma_n R_{bt} A_b, \quad (4)$$

де n_{st} – загальне число рифів, розташованих на половині прольоту плити;

$\gamma_n = 0,6$ – коефіцієнт умов роботи;

A_b – площа зрізу бетону в межах одного рифу.

Висновки

Розрахунок сталезалізобетонної плити виконується за міцністю нормальних і похилих перерізів, а також за міцністю зв'язку листової арматури з бетоном. Таким чином можна вважати доведеним, що для забезпечення сумісної роботи бетону й сталі в процесі виготовлення для сталезалізобетонних конструкцій видавлені при штампуванні по нахилений поверхні ребер профільованого настилу рифи забезпечують зв'язок із бетоном по довжині прольоту; анкери у формі дюбелів встановлюються тільки на опорах; внутрішня арматура передбачається над опорами багатопрогонових плит.

Розроблені алгоритми розрахунку дозволяють з достатньою точністю визначити зусилля руйнування плит перекриття і відобразити розподіл деформацій і напружень не лише в бетоні, але й у сталевій арматурі. За розробленою методикою складена програма розрахунку на ЕОМ, яка забезпечує задовільну збіжність з експериментальними даними.

Список літератури

1. Стороженко Л.І. та ін. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці / Л.І.Стороженко, О.І.Лапенко // Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
2. Eurocod 4. Common Unified Rules for Composite Steel and concrete Structures European Committee for Standardization. (CEN) ENV. 1994 – 1-1:1992. – 180 р.
3. Стороженко Л.І. і ін.. Сталезалізобетонні конструкції / Л.І.Стороженко, О.В.Семко, В.Ф.Пенц // Полтава: 2005. – 181 с.
4. Стороженко Л.І. та ін. Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація./ Л.І.Стороженко, В.М. Сурдин, В.І. Єфименко, В.І. Вербицький – Кривий ріг. 2007. – 446 с.

*O. Stepanchuk, Cand.Eng.Sci., Associate Professor,
A. Byelyatynskiy, Doct.Eng.Sci., Professor,
O. Pylypenko, Cand.Eng.Sci., Associate Professor
National Aviation University, Kyiv, Ukraine*

Influence of foot traffics on street network formation

The main problems of foot traffic organization and its influence on street network formation in cities are discussed.

The proper traffic organization, its convenience and safety require minimizing various negative aspects for citizens caused by traffic such as obstacles of different kind, air pollution and other disadvantages of such type. To achieve such purpose it's necessary to:

- analyze in detail the local traffic particularities;
- provide necessary conditions and possibilities to pass traffic through existing road network;
- define main reasons complicating the traffic and outline the plan of traffic condition improvement taking into account the interests of citizens.

Transportation is a vital human requirement therefore people move usually on foot or by using different transport means. Transportation is performed usually along the road or footpath network.

People transportation factors should be determined for every city separately depending on its own certain conditions: compactness degree, road network pattern, mutual location of home and job areas, location of city center, community service objects, recreation areas, various climate and other parameters. The total value of citizen transportation should be determined according to the certain conditions of city planning and certain time within a day, day of a week, period of a year, etc.

To increase the traffic safety and effectiveness of city street area use, the city traffic should be separated into parts to direct them through specially selected territories intended specially either for cars or pedestrians (sidewalks, roadways, above- and under-ground artificial constructions). In some cases, even when foot and car traffics are separated, the conflict places between transport means or between pedestrians and cars still arise.

Pedestrians represent the largest group of traffic participants [1] and foot traffic accounts for 26-30% of total city traffic, so it's an important part of city transportation system.

In our country we use two terms "foot accessibility" of city objects and "foot approach distance" that are measured in minutes and meters respectively. The foot accessibility and foot approach distance are the basic for foot traffic designing. The foot accessibility is the distance which takes less time to overcome it on foot than those to overcome it by transport means [1]. The travel choice is based on analyzing and comparing some travel factors such as distance to stop, traffic congestion level, waiting time, fare, etc. Usually, the foot accessibility zone ranges from 0,8 to 1km.

According to interviewing the people of some European cities, the distance of foot travel is assumed about 1 km [2].

Probability that some citizen will use the transport mean depends generally on his travelling distance. According to the data represented in [1], the distance up to 1 km is overcome by 75% of citizens, while the distance from 1 to 2 km - 45%, and the distance from 2 to 3 km - 25%, and the distance more from 3 to 4 km - 10% only.

The proportion of foot traffic in different countries is different (table 1) [2]. In English language countries the percentage of citizens using private cars is very high, that is more than half of all travels are performed by cars while in European countries the foot traffic accounts for the most proportion. The table 1.7 illustrates the great varieties of foot traffic proportions even in cities of the same country [2]. The foot traffic proportion depends obviously from planning pattern of certain city.

Table 1

Proportion of traffic in different world countries depending on the type of transport, %

Country	Car	Public transport	Bicycle	On foot	Other types
Australia	39	13	9	31	8
Great Britain	62	14	8	12	4
Danmark	42	14	20	21	3
Canada	74	14	1	10	1
Netherland	44	8	27	19	1
Germany	52	11	10	27	0
USA	84	3	1	9	2
France	54	12	4	30	0
Switzerland	38	20	10	29	3
Sweden	36	11	10	39	4

Foot traffic safety and convenience are the most important questions in traffic management problem in all times but they are not solved completely till now. The complexity of these questions consists in that the pedestrian behavior is much difficult to govern in comparison with car drivers. And traffic control modes calculation is complicated by psychological factors that, as is well known, vary over a wide range in different people. In general, foot traffic varies with time and has some well-defined picks:

- in morning -8-9 o'clock;
- in afternoon – 12-14 o'clock;
- in evening -18-19 o'clock.

The picks of foot traffic are different in different part of city: in residential districts it's distributed uniformly from 8 to 19 o'clock; in industrial districts the greatest traffic is in morning and evening time; in general city areas and shopping centers the most traffic is in day time.

The foot traffic conforms to the certain principles and is characterized by such values as: time distribution; dependence between traffic density and travel speed; method of traffic and flow of traffic management.

The character value for modern pedestrian is so-called “limit of patient wait” which is assumed 30 seconds. After this period the number of pedestrians, tending to violate the rules of the road, is increased steeply [3].

The main characteristics of foot traffic are:

- traffic intensity (person/sec, person/min., person/h);
- travel speed of pedestrian (m/sec, km/h);
- density of foot traffic (person/m²).

These mentioned above characteristics can be expressed by following relation:

$$N = V \times q \quad (1.)$$

where N- foot traffic intensity;

V- travel speed of pedestrians;

q- traffic density.

The foot traffic intensity ranges depending on both the functionality of street or road and location of so-called “gravitation objects” on it. From that point of view, the greatest foot traffic intensity is along main and commercial streets as well as in areas of public transport hubs.

Travel speed of pedestrians depends of various factors, the main of them are air temperature (inversely proportionality) and time of day (the purpose of traveling) [4]. The speed of foot traffic is governed by speed of pedestrian travel within foot traffic. The walking speed of a person depends on his age, state of health, purpose of walking, street conditions, state of environment. The travel speed of pedestrians according to the numerous observation ranges from 0,33 to 1,8 m/sec [1].

The foot traffic density is defined by degree of movement freedom [3]:

- free movement – 0,3 person/m²;
- acceptable free movement – 0,31-0,6 person/m²;
- dense movement – 0,61-1,0 person/m²;
- very dense movement – 1,01-1,5 person/m²;
- congestion – 1,51-3,0 person/m².

There are certain principles of foot traffic formation:

- main part of foot traffic is purposeful and gravity center exists (passenger transport stop, subway station, shopping center, entrance of enterprise, stadium, etc), except for pedestrian streets, park footways, boulevards;

- pedestrians choose the shortest way;

- pedestrians walk with individual speed in accordance with their age, gender, situation, etc.;

- pedestrians keep themselves at a certain distance from each other. The distance depends on foot traffic density and pedestrian speed.

Important condition of optimal foot traffic organization is to take into account the psychophysiological peculiarities and physical state of people during development of corresponding technical decisions. The practice shows, only correct application of this conditions enables to achieve maximum expediency in foot traffic organization.

Conclusions

To organize the city foot traffic network correctly it's necessary to take into account the requirements of its users, that is the citizens each of them can be the pedestrian at a certain time

The main tasks of foot traffic organization are:

- supplying the pedestrian with individual way of walking along streets and roads;

- organization of special pedestrian zones prohibited for vehicle traffic;
- provision of the necessary facilities for stops and passenger transport hubs;
- complex organization of traffic in specific foot traffic.

Rational organization of foot traffic is one of the crucial factors to increase traffic capacity of streets because without it it's not possible to reach the maximum speed of transport traffic.

References

1.Рейцен Є.О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник/ Є.О. Рейцен// -К.: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2014.-454 с.

2.Лептюхова О.Ю. Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах: дис. канд. техн. наук : 05.23.22/О. Ю. Лептюхова .-М.: МГСУ, 2014.- 191 с.

3.Систематологія на транспорті. Організація дорожнього руху. / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К., Лановий О.Т., Линник І.Е., Поліщук В.П. / Київ: Знання України, 2007.-452 с.

4.Астапенко А.В. та інш. Моделювання пішохідних потоків / Астапенко А.В. В.Л Швецов, М.М. Осетрін, Д.О. Безпалов.// Містобудування та територіальне планування. К.: КНУБА, 2003.- Вип. 41-С. 23-30.

Г.М. Гасій, к.т.н., доцент
(Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка, Україна)

Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану просторових структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій покриттів будівель і споруд аеропортів

В статті наведено результати експериментального дослідження напружено-деформованого стану нових типів просторових великопротітних покриттів – структурно-вантових сталезалізобетонних конструкцій. Встановлено залежності зміни відносних деформацій та прогинів основних елементів конструкції від рівня завантаження.

Для дослідження ефективності запропонованих конструкцій було розраховано та запроектовано експериментальний просторовий структурно-вантовий сталезалізобетонний елемент (рис. 1).

Дослідний зразок просторової структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції складався із семи просторових сталезалізобетонних модулів, які були з'єднані між собою за допомогою одноболтових вузлів та окремими гнучкими стрижневими елементами [1–3].

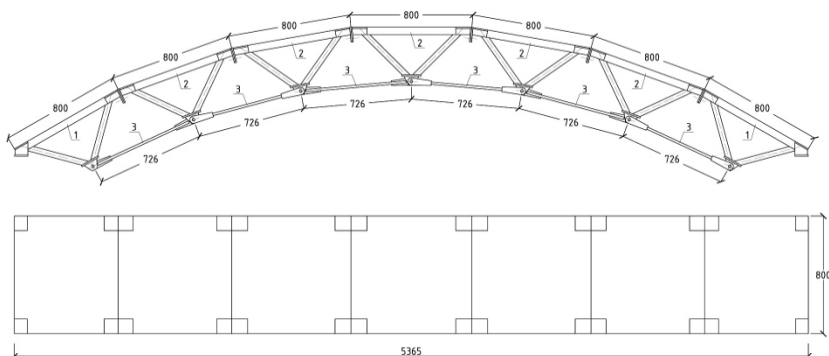


Рис. 1. Загальний вигляд експериментального зразка просторової структурно-вантової сталезалізобетонної конструкції:

1 – опорний просторовий сталезалізобетонний модуль; 2 – пролітний просторовий сталезалізобетонний модуль; 3 – гнучкий нижній пояс

Методика експериментального дослідження передбачала випробування дослідного зразка на дію тимчасового навантаження. Завантаження дослідного зразка було здійснено за допомогою металевих вантажів. Для прикладення до дослідної конструкції ваги у формі металевих вантажів було розроблено та виготовлено систему траверс, яка складалася із перекладини і двох штанг на які навішувалися вантажі. Траверси укладалися перекладиною на верхній пояс

конструкції. Дослідження експериментального зразка здійснювалося ступінчасто у декілька стадій.

Для заміру деформацій в досліджуваних перерізах експериментальної конструкції були застосовані дрітні тензорезистори опору. Одночасно з виміром деформацій елементів дослідної конструкції було здійснення замір переміщень вузлів конструкції за допомогою механічних прогиномірів та фотограмметричного методу [4] (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд розміщення приладів для вимірювання переміщень

Після налагодження всього обладнання та пристосувань було проведено випробування дослідної конструкції на дію тимчасового навантаження (рис. 3).



Рис. 3. Загальний вигляд дослідної конструкції на різних етапах завантаження

У результаті виконаного експерименту було отримано необхідні дані, аналіз яких дозволив дослідити особливості поведінки конструкції під навантаженням. Одночасно зі зняттям показів з вимірювального обладнання, здійснювався візуальний огляд дослідної конструкції на предмет виявлення тріщин, деформацій, руйнування вузлових з'єднань або елементів конструкції. Спостерігаючи за конструкцією під час проведення експерименту встановлено, що її поведінка і схема деформування цілком відповідає теоретичним даним. У результаті оброблення експериментальних даних були отримані залежності інтенсивності розвитку деформацій в досліджуваних перерізах конструкції, а також переміщення вузлів (рис. 4).

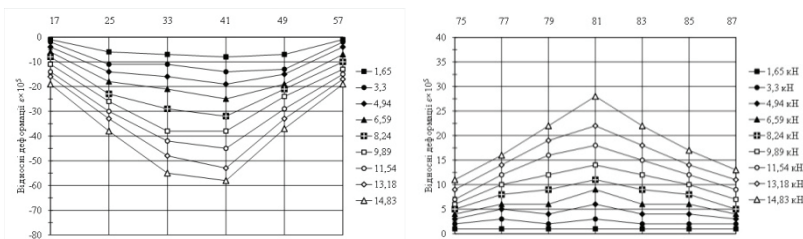


Рис. 4. Залежності розвитку деформацій елементів нижнього і верхнього поясів

Проаналізувавши отримані дані та залежності встановлено, що збірна просторова структурно-вантова сталезалізобетонна конструкція працювала як єдина конструкція, а розроблені вузли з'єднання забезпечили надійну і сумісну роботу модульних елементів.

Прогини вздовж конструкції зростали плавно від його крайніх до центральних вузлів. Як і очікувалося, максимальні вертикальні переміщення виникли посередині конструкції, які дорівнювали 7,7 мм. Таким чином прогини конструкції склали 1/690. Прогини у дзеркально розміщених вузлах нижнього пояса були приблизно однакові. Максимальна розбіжність дорівнювала 3,1%, а середня не перевищувала 2,3%.

Висновки

Досліджувана конструкція впродовж усього випробовування продемонструвала сумісну роботу усіх її складових та надійну роботу загалом. Дані отримані експериментальним шляхом свідчать про просторову роботу та ефективність рішення запропонованої конструкції, яка з успіхом може застосовуватися в різноманітних галузях будівництва, зокрема при зведенні покриття будівель і споруд аеропортів тощо.

Список літератури

1. Стороженко Л.І. Просторові сталезалізобетонні структурно-вантові покриття: Монографія / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій, С.А. Гапченко – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 218 с.
2. Стороженко Л.І. Великопролітні структурно-вантові сталезалізобетонні покриття для будівель і споруд аеропортів / Л.І. Стороженко, Г.М. Гасій // Проблеми розвитку міського середовища. – К.: НАУ, 2016. – Вип. 2(16). – С. 72–79.
3. Gasii G.M. Types of steel and concrete composite cable space frames / G.M. Gasii / Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. – 2016. – №6 (66). – P. 158 – 165.
4. Єрмоленко Д.А. Об'ємний напружено-деформований стан трубобетонних елементів: монографія / Д.А. Єрмоленко. – Полтава: Видавець Шевченко Р. В., 2012. – 316 с.

Удосконалення методу визначення несучої здатності жорстких аеродромних покриттів

Запропоновано удосконалення методу визначення несучої здатності жорсткого аеродромного покриття з урахуванням зміни температури впродовж доби та року при дії розрахункового списку повітряних суден, що експлуатуються в аеропорті.

Несуча здатність жорстких аеродромних покриттів визначається як здатність покриття витримувати навантаження, що прикладене від основних колісних опор повітряних суден. У даний час в аеродромній практиці для представлення даних про несучу здатність покриттів використовується метод ICAO (International Civil Aviation Organization) ACN-PCN [1]. Суть оцінки експлуатаційної придатності покриттів полягає у співставленні класифікаційного числа PCN (Pavement Classification Number), що характеризує несучу здатність конструкції покриття, з класифікаційними числами повітряних суден – ACN (Aircraft Classification Number) при визначеній категорії міцності ґрунтової основи.

Суть вітчизняного нормативного методу [2] визначення величини PCN, розробленого на основі рекомендацій ICAO, полягає у визначенні величини допустимого нормативного навантаження на чотириколісну стандартну опору, параметри якої встановлено чинними нормами [3], і визначенні числа PCN за графіком для необхідного коду міцності природної ґрунтової основи.

Новий нормативний документ AC 150/5335-5C Федеральної Авіаційної Адміністрації (ФАА) США [4] прийнятий у 2014 році запроваджує удосконалення методу визначення числа PCN, основна суть якого полягає у розгляді не одного розрахункового повітряного чи умовної опори, а розрахункового списку повітряних суден, що експлуатуються в аеропорті. У цьому списку вибирається одне повітряне судно (критичне) з найбільшим навантаженням на колесо основної опори, а решта повітряних суден враховується шляхом перетворення їх кількості злітних операцій у еквівалентну кількість злетів критичного повітряного судна. Процедура визначення числа PCN реалізована у вигляді програми COMFAA 3.0 та базується на концепції руйнування від втоми.

У роботі Габрієля Базі [5] пропонується удосконалення методу визначення класифікаційного числа PCN шляхом урахування зміни несучої здатності природної ґрунтової основи впродовж року та урахування дії основних опор повітряного судна із найбільшим числом ACN або всіх повітряних суден із розрахункового списку, але поодиночі.

Варто зазначити, що у чинних нормах [2,3], AC 150/5335-5C [4] та роботі [5] при визначенні числа PCN не враховується вплив коливань температури впродовж доби та пор року на жорстке аеродромне покриття. У зв'язку з чим

виникає необхідність подальшого удосконалення методу визначення числа PCN, що забезпечуватиме раціональне використання жорстких аеродромних покриттів та їх безпечну експлуатацію.

Метою дослідження є розробка теоретичних основ визначення класифікаційного числа жорстких аеродромних покриттів з урахуванням зміни температури впродовж доби та пор року і розрахункового списку повітряних суден.

При визначенні величини класифікаційного числа жорсткого покриття пропонується використовувати концепцію руйнування від втоми, що виражається терміном «ступінь нагромадження руйнувань від втоми» Π . Величина Π визначається як відношення кількості прикладених повторень навантажень від колісних опор повітряного судна до допустимої кількості їх повторень до відмови покриття. Для додавання руйнувань від втоми, що виникають у цементобетонній плиті, використовується гіпотеза лінійного додавання пошкоджень Майнера.

Ступінь нагромадження руйнувань від втоми Π при визначенні класифікаційного числа аеродромного покриття пропонується визначати з урахуванням зміни температури впродовж року за формулою [6]:

$$\Pi = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 \Pi_{ij}, \quad (1)$$

де індекс i – пора року (1 – зима, 2 – весна, 3 – літо, 4 – осінь); індекс j – час доби (1 – день; 2 – ніч).

У свою чергу доданки у формулі (1) визначаються за формулою

$$\Pi_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{365 N_{ijk} T}{n_i C_{ijk} P_k(F_n)}, \quad (2)$$

де m – кількість літаків у розрахунковому списку; N_{ijk} – кількість злітних операцій k -того повітряного судна, основну опору якого замінено на чотириколісну стандартну опору, за i -ту пору року в j -тий час доби; n_i – кількість днів у порі року; T – розрахунковий термін експлуатації покриття; C_{ijk} – кількість допустимих проходів k -того повітряного судна до відмови покриття при використанні у якості розрахункового критерію розтягувального напруження у крайовій зоні на нижній поверхні цементобетонної плити; $P_k(F_n)$ – коефіцієнт, що виражає відношення кількості зльотів k -того повітряного судна, основну опору якого замінено на чотириколісну стандартну опору, до кількості проходів за смугою охоплення, є аналогом коефіцієнта PCR , наведеного у чинних нормах ФАА по проектуванню аеродромних покриттів [7].

Кількість допустимих проходів чотириколісної стандартної опори до відмови покриття за критерієм розтягувального напруження у крайовій зоні на нижній поверхні плити пропонується визначати за формулою, отриманою на основі праці [8]

$$C_{ijk} = 10^{12[1-f_1]}, \quad (3)$$

де f_1 – рівень відносної напруженості, тобто відношення розрахункового напруження, що виникає на нижній поверхні цементобетонної плити, до допустимого.

Відношення f_1 визначається за допомогою наступного виразу:

$$f_1 = \frac{(\sigma_{k,\max} + \sigma_{T,ij})k_p}{k_e k_t R_{28}}, \quad (4)$$

де $\sigma_{k,\max}$ – максимальне розрахункове розтягувальне напруження на нижній поверхні плити при дії навантажень від чотириколісної стандартної опори k -того повітряного судна, МПа; $\sigma_{T,ij}$ – розтягувальне температурне напруження на нижній поверхні плити, МПа; k_p – коефіцієнт, що враховує ймовірність суми середніх значень випадкових величин $\sigma_{k,\max}$ та $\sigma_{T,ij}$; k_e – поправочний коефіцієнт, що враховує групу ділянок аеродромних покриттів; k_t – коефіцієнт, що враховує зростання міцності цементобетону у часі; R_{28} – середнє значення міцності бетону на розтяг при згині у віці 28 діб, МПа.

Для денного періоду доби температурні напруження виникають на нижній поверхні цементобетонної плити у зоні її крайових ділянок. Вночі відбувається зниження температури поблизу крайових та кутових ділянок цементобетонної плити аеродромного покриття, в цьому випадку температурне напруження є стискувальним і його не потрібно враховувати у формулі (4), тому коефіцієнт k_p приймається рівним одиниці.

Величина нормативного навантаження на чотириколісну стандартну опору k -того повітряного судна визначається за емпіричною формулою, отриманою на основі графічних даних для коду міцності ґрунтової основи C [2]:

$$F_{n,k} = 46,522 \cdot ACN_{C,k}^{0,673} - 40,8751, \quad (5)$$

де $ACN_{C,k}$ – число ACN k -того повітряного судна для коду міцності ґрунтової основи C .

Якщо ступінь нагромадження руйнувань від втоми цементобетонного аеродромного покриття II більше одиниці, то необхідно зменшити величину злітної маси повітряного судна із найбільшим кодом ACN . Якщо II менше одиниці, то можна збільшити масу літаків у межах значень запропонованих розробниками. У якості величини PCN приймається величина ACN повітряного судна із найбільшою злітною масою у розрахунковому списку.

Проведено тестове визначення величини класифікаційного числа за запропонованим методом для двошарового жорсткого аеродромного покриття ЗПС на штучній основі укріплений в'язучим, що розташоване на $50^\circ 23'$ п.ш., з урахуванням розрахункового списку повітряних суден, що експлуатуються (табл. 1). Вихідні дані: аеродромне покриття ЗПС – цементобетонне двошарове; клас цементобетону верхнього шару за міцністю на розтяг при згинанні $B_{\text{в}}4.4$; товщина верхнього шару 0,44 м; клас пісного бетону нижнього шару на розтяг при згинанні $B_{\text{в}}1.6$, товщина – 0,30 м; штучна основа – ґрунтоцемент товщиною 0,15 м та з модулем пружності 1500 МПа. Коефіцієнт постелі природної ґрунтової основи 40 МН/м³. Покриття спроектовано на дію позакатегорійного нормативного навантаження, розрахункове число прикладення нормативного навантаження – 200000.

Таблиця 1.

Розрахунковий список повітряних суден

№ з/п	Повітряне судно	Злітна маса, т	Кількість операцій за рік	ACN для коду C
1	A321-100	89,400	5000	62
2	A330-200	242,900	2000	76
3	B737-500	60,781	10000	40
4	B737-800	79,243	10000	54
5	B767-400ER	204,570	2000	80
6	B747-400ER	414,130	2000	81

Розподіл злітних операцій літаків за порами року та часом доби наведено у табл. 2. Вибрано найбільш несприятливий варіант, коли більшість вильотів здійснюється вдень, а тривалість виконання зльотів становить 12 годин за добу.

Таблиця 2.

Кількість злітних операцій повітряних суден за порами року та часом доби

Пора року	Час доби	Кількість злітних операцій					
		A321-100	A330-200	B737-500	B737-800	B767-400ER	B747-400ER
Зима	День	618	247	247	1235	247	247
	Ніч	617	247	247	1235	247	247
Весна	День	840	336	336	1680	336	336
	Ніч	420	168	168	840	168	168
Літо	День	1155	462	462	2310	462	462
	Ніч	105	42	42	210	42	42
Осінь	День	830	332	332	1660	332	332
	Ніч	415	166	166	830	166	166
Всього за рік		5000	2000	10000	10000	2000	2000

Для зими та літа середня тривалість дня приймається на основі даних для січня та липня (табл. 10-17 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010), не враховуючи дві години після сходу і дві години до заходу сонця для січня місяця та чотири години після сходу і три до заходу сонця для липня, тобто середня тривалість дня приймається як годинний інтервал, на який припадає 95% добової сонячної радіації. Для весни та осені середня тривалість дня (для квітня та жовтня) може бути визначена на основі рекомендацій наведених у праці Дмитрієва М.М. [9]. Від отриманої розрахункової тривалості дня необхідно відняти 5 годин.

Відповідно до результатів розрахунку за запропонованим методом класифікаційне число PCN жорсткого аеродромного покриття дорівнює 81. Повний код PCN матиме такий вигляд: PCN 81/R/C/X/T. Обмеження злітної маси повітряних суден із розрахункового списку відсутні (табл. 3).

Результати розрахунку величини класифікаційного числа жорсткого аеродромного покриття, отримані на основі методики [2], комп'ютерної програми «Аеродром 380», програми COMFAA [4] та розробленого методу, наведено у табл. 3.

Таблиця 4.

Порівняльний розрахунок числа PCN

Метод	PCN	Обмеження за злітною масою
МОС НГЭА	80	для B747-400ER
КП «Аеродром 380»	78	для B747-400ER та B767-400ER
COMFAA (AC 150/5335-5C)	78	для всіх літаків у розрахунковому списку
Розроблений метод	81	без обмежень за злітною масою

Висновки

Удосконалено формулу для визначення коефіцієнту нагромадження руйнувань від втоми при врахуванні дії колісного навантаження від розрахункового списку повітряних суден і зміни температури впродовж доби та пор року. Число PCN визначене за розробленим методом на 1% більше, ніж при розрахунку за чинним нормативним методом [2], на 4% більше, ніж у комп'ютерній програмі «Аеродром 380» та COMFAA (AC 150/5335-5C).

Список літератури

Руководство по проектированию аэродромов. Часть 3. Покрытия // Рекомендации Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Doc №9184. — 1983. — 348 с.

Методика оценки соответствия нормам годности и эксплуатации в СССР ГА (МОС НГЭА СССР)”, 1992. — 144 с.

СНиП 2.05.08-85. Аэродромы. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. — 59 с.

Advisory Circular 150/5335-5C. Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2014. — 113 p.

Gabrial Bazy Mechanistic-Empirical PCN Procedure / Gabriel Bazy // Airport Pavement Working Group Meeting. Atlantic City, April, 2012. — Atlantic City, 2012. — 34 p.

Родченко О. В. Теоретичні основи проектування жорстких аеродромних покриттів з урахуванням зміни температури впродовж року / Родченко О. В., Товстопят О. І. // Будівництво України. — 2013. — №5. — С. 6—12.

Advisory Circular 150/5320-6F. *Airport Pavement Design and Evaluation*, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2016. USA Standard.

Степушин А. П. К обоснованию сроков службы жестких аэродромных покрытий из цементобетона / А. П. Степушин // Проектирование, строительство и эксплуатация сооружений аэропортов: сб. науч. трудов МАДИ (ТУ). — М., 2001. — С. 12—28.

Дмитрієв М. М. Визначення крайових умов на поверхні аеродромного покриття для постановки завдання моделювання його теплового поля / М. М. Дмитрієв, О. М. Папченко, О. Б. Деркачов, І. А. Рутковська // Вісник НАУ. — 2008. — №1. — С. 161—164.

М.С. Барабаш, д.т.н.,
М.А. Кузьменко, А. Бащинский,
(Национальный авиационный университет, Украина)

Организация технологии интеграции программных комплексов при проектировании аэропорта

Описаны основные подходы к проектированию объектов строительства на основе BIM-технологии, которая базируется на формировании обобщенной информационной модели объекта строительства, единой на всех стадиях проектирования и полученной из разных САПР. Приведем пример проектирования аэропорта с помощью BIM-технологии на основе применения ArchiCAD- САПФИР-3D..

На сегодняшний день очевидной проблемой является обеспечение надлежащего уровня интеграции программных средств, которые обеспечивают автоматизацию процесса проектирования объектов строительства. Средством интеграции архитектурно-строительных программных комплексов является унифицированная информационная модель объекта, которая описывает объект строительства в целом.

Известно, что архитектурную модель сложно преобразовать в расчетную схему. Это обусловлено наличием в ней архитектурных излишеств, которые не являются элементами расчетной схемы и могут повлиять на результаты расчета не всегда аккуратным сопряжением элементов модели, отсутствием данных о граничных условиях и примыкания элементов, нагрузках, материалах и т.п. Трудоемкость доведения модели, полученной в результате импорта, до уровня расчетной схемы чаще всего зависит от согласованности действий архитектора и конструктора на стадии создания архитектурного проекта.

На этапе конструирования объекта импортированная модель превращается в систему элементов (ригелей, балок, колонн, стен и т.п.), каждый из которых состоит из геометрических и содержательных характеристики. К геометрическим характеристикам относятся параметры, определяющие положение элемента в пространстве. Это могут быть глобальные или местные координаты, обобщенные параметры, такие как номер этажа, номер помещения, потолок, стена или пол. К содержательным характеристикам относятся параметры, характеризующие свойства этого элемента. Например, если рассматривается конструктивный элемент «Колонна», то к содержательным характеристикам относятся ее размеры, класс бетона, характеристики армирования, параметры визуального изображения. Далее задаются нагрузки в зависимости от назначения конструкции, района строительства и т.п. После проведенного расчета, благодаря единой базе данных, мы получаем информацию о марке бетона, кирпича, раствора, о классе арматуры и ее количестве.

Модель любого сложного объекта должна быть максимально похожей на реальный объект. Поэтому модели объектов и процессов их преобразования

должны описывать специалисты, которые работают с компьютерными моделями на каждом этапе проектирования.

Аналитическое моделирование основано на математических моделях, описывающих взаимосвязи между основными компонентами и характеристиками исследуемого объекта. При аналитическом моделировании оценивается исходное состояние, отсеиваются явно неэффективные варианты решений, определяются интервалы возможных значений его параметров. Исходными данными для аналитического моделирования служат параметры, характеризующие конструкцию, и информация, которая хранится в базе интеллектуальной системы (эталонные значения, допуски, геометрические параметры и т.д.). На этапе аналитического моделирования математические выражения (модели) могут быть уточнены с использованием методов структурно-параметрической идентификации объектов и математической статистики. При необходимости на этом этапе система оценивает техническое состояние и дает заключение о степени износостойкости объекта (путем сравнения его реальных характеристик с эталонными значениями, хранящимися в базе системы). Выходные данные аналитического моделирования используются в качестве входных параметров при компьютерном моделировании. В случае, если целью моделирования является анализ напряженно-деформированного состояния конструкции, эти данные дают информацию о ее возможных характеристиках и поведении при различных ситуациях.

В случае проектирования ответственных объектов, каковым и является аэропорт, при компьютерном моделировании вычисления организуются итерационно: с каждой итерацией изменяются параметры конструкции, анализируется результат моделирования и принимается решение о следующем шаге итерации до нахождения решения.

Вариантное проектирование осуществляется по различным критериям, в которых формализован предыдущий опыт экспертов, вся имеющаяся по данной проблеме информация и регламентирующие действующие нормативные документы. Для облегчения анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) в графической и табличной форме отображаются основные параметры моделирования. Пользователь имеет возможность при необходимости корректировать процесс моделирования.

Для комплексного использования программного обеспечения в области строительства с целью обеспечения интеграции программных комплексов различного назначения в единую полно функциональную автоматизированную систему, обеспечивающую автоматизацию решения расчетных задач в сфере проектирования, на основе использования накопленного опыта решения этой задачи разработан программный комплекс «САПФИР» (рис. 1).



Рис.1. Функциональная структура базы знаний строительного объекта

Параметрическая модель здания, создаваемая САПФИР, облегчает задачу выполнения последующих прочностных расчетов, так как содержит все исходные данные, необходимые для этого. При построении модели в САПФИР используются материалы с реальными физико-механическими свойствами (для прочностного расчёта), с реальными текстурами (для визуализации), и они могут использоваться при расчётах физических объёмов работ при переходе к составлению смет. Детальная и надежная модель позволяет выявить все ошибки и неточности уже на ранних стадиях проектирования.

Приведем пример проектирования аэропорта с применением BIM-технологии. Информационная модель аэропорта последовательно создается программными комплексами различного назначения, автоматизирующих отдельные разделы проекта - архитектура, конструкции, сантехника, электрика и определения объемов работ, составлением смет и необходимым документированием (рабочие чертежи, спецификации, пояснительные записки).

При реконструкции аэропорта учитывается перспектива его развития не менее чем на 20 лет после срока ввода в эксплуатацию. При этом учитывается экономическое развитие прилегающего к аэропорту района, тенденции роста пассажирских и грузовых перевозок и возможность появления новых транспортных самолетов, которые будут нуждаться в других площадях и методов для их обслуживания.

При реконструкции международного аэропорта учитываются стандарты и рекомендации Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Под реконструкцией аэропорта понимается комплексное строительство новых или расширение существующих зданий и сооружений основного производственного назначения, в результате которого действующий аэропорт или аэродром переходит в более высокий класс.

На начальном этапе создания архитектурной модели аэропорта в «САПФИР» возможно путем считывания информации об объекте проектирования из программных комплексов ArchiCAD, AutoCAD, Autodesk Revit Building и др. или с сканированных чертежей. Наиболее производительным является схема базового создания информационной модели аэропорту с помощью программных комплексов параметризованных моделирования объектов.

С использованием технологии BIM появляется возможность автоматизации процесса проектирования, начиная от получения задания на проектирование, заканчивая формированием проектно-сметной документации, быстро и в удобной форме обрабатывается вся проектная документация по различным разделам проектирования без использования специализированного программного обеспечения, а также подготовка входных данных для автоматизированных систем управления, которые обеспечивают формирование документов календарного планирования, мониторинг выполнения проекта, оперативный, периодический и бухгалтерский учет.

Использование данных информационной модели позволяет решить задачу визуализации процесса строительства, то есть получения трехмерных моделей отображения состояния объекта на произвольную дату его строительства с учетом фактического выполнения работ, благодаря сопоставлению конструктивных элементов объекта соответствующим работам календарного плана. Таким образом, использованием технологии BIM позволяет внедрить новую концепцию интеграции программных средств, позволяет на базе программных комплексов различного профиля впервые создать полнофункциональную автоматизированную систему, решает практически все инженерные задачи в области строительства.

Из модели для всего здания в целом можно определить объем, площадь, энергопотребление, тепловой и воздушный баланс, освещенность, инсоляцию, нагрузки и многое другое. При этом совсем не обязательно на первых этапах проектирования определять все необходимые параметры объекта - виртуальная модель здания позволяет это делать на любом этапе проектирования. Таким образом, итерационный процесс проектирования с информационной точки зрения на каждом шаге есть «наполнением» модели объекта информацией и одновременное использование сведений из базы данных объекта. «Виртуальный объект» информационно связан с большим количеством справочно-информационного материала, который можно только один раз занести в систему, а затем использовать в любой момент времени на каждом рабочем месте и по каждому проектному разделу.

Примером справочных данных могут быть различные сведения о материалах, изделия, планировочные решения, типовые дома, фрагменты зданий

и узлов, данные о приборах, автоматику, электричество, сантехнику и прочее. Как правило, эти данные, систематизированы и стандартизованы, приводятся в справочной литературе, каталогах изделий и материалов, типовых проектах и их решениях. Разумеется, применение единой структурированной модели объекта проектирования является эффективным, поскольку обеспечивает пользователей различных профилей всей необходимой информацией, а информационно-графическая система поддержки обеспечивает пополнение (или обновления) базы знаний (данных) в интерактивном режиме.

Список литературы

1. Барабаш М.С., Городецкий О.С. Технологія автоматизованого проектування з використанням цифрової моделі об'єкту // 36. Науковий вісник будівництва. — вип. 20. — Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002. — С. 179-186.
2. Барабаш М.С., Коба С.Д. Нова концепція автоматизації проектування об'єктів будівництва на основі цифрової моделі // Будівництво України. — 2004. — № 5. — С. 31-34.
3. Барабаш М.С. Вопросы интеграции программных комплексов на основе информационно-логической модели строительного объекта. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. трудов. Вып.37, -Дн-вск, ПГАСА, 2006., с.29 -35
4. Викторов Б.И. Наземные сооружения аэропортов М., «Транспорт», 1991. 392 с.
5. Ашфорд, Норман, Райт, Пол Х. Проектирование аэропортов. — М.: Транспорт, 1988. — 327 с.
6. Запорожець В.В., Шматко М.В. Аеропорт: організація, технологія, безпека. — К.: Дніпро, 2002. — 168 с.

Визначення надійності залізобетонних плит мостів на основі статистичних даних їх експлуатаційних пошкоджень

Розглядається методика визначення показників надійності залізобетонних плит мостів P_i та інтенсивності появи в їх експлуатаційних пошкодженнях, які отримані при технічному обстеженні.

Для забезпечення безпечного руху транспортних засобів(ТЗ) та пішоходів на будь-якому мостовому переході(МП) необхідне своєчасне виявлення різних пошкоджень(дефектів їх елементів). Вони виникають під дією різних постійних та періодичних навантажень в умовах сезонних та добових змін температури і вологості повітря, впливу різних механічних та фізико-хімічних факторів, від дії руху різних за призначенням та експлуатаційних показників ТЗ, різних динамічних, інженерних та геологічних процесів, льоду та води в місцях розташування МП. Окрім цього тимчасове навантаження від ТЗ дуже різноманітне за своїми характеристиками та типу дії на МП: вага, габарит, напрямок, швидкість руху та інші.

Всі ці фактори визивають появу різних дефектів, що зменшують міцність, стійкість, жорсткість та експлуатаційну надійність несучих елементів окремих складових частин МП та моста в цілому. Зазначені фактори, а також показники міцності та деформативності будівельних матеріалів МП в певних межах являються імовірними. У зв'язку з цим час появи t окремих дефектів, а значить і показників технічного стану окремих елементів або споруди в цілому являються імовірними величинами і їх аналіз можна виконувати методами математичної статистики.

Згідно ДБН оцінка технічного стану споруди виконується двома інтегральними характеристиками:

- визначеного при технічному обстеженні одного з п'яти експлуатаційних станів C_i ($i=1,2,3,4,5$);
- формалізованої експертної оцінки стану у виді рейтингу R (від 20 до 100)

Експлуатаційний стан стан – це сукупність якісних і кількісних показників, що характеризують експлуатаційну придатність споруди.

Кожний із станів C_i відповідає певним чиним вимогам проекту, чинним нормам експлуатації та вимогам першої та другої груп граничних станів. Так, наприклад, стан C_3 являється працездатним, елемент частково не відповідає вимогам проекту, проте не порушуються вимоги першої групи граничних станів, можливе часткове порушення вимог другої групи граничних станів, якщо це не обмежує нормального функціонування споруди.

Кожному з експлуатаційних станів відповідає верхнє значення надійності елементу за першою групою граничних станів, для стану C_3 – $P_i = 0,992461$, характеристика безпеки $\beta_i = 2,43$, знос елементу 8-27%, рейтинг споруди 60-79 та значення вантажопідйомності $3,2 < \delta < 14,6 \%$.

Тут β_i - числовий показник надійності, який математично зв'язаний з ймовірністю того, що згідно прийнятого закону розподілу параметра елемента мосту, що розглядається, не буде досягнуто його граничного стану, а значення δ вираховується за формулою:

$$\delta = \left(1 - \frac{q_e}{p_e}\right) 100, \quad (1)$$

де q_e – граничне значення еквівалентного навантаження;

p_e – еквівалентне навантаження від нормативних тимчасових рухомих навантажень, що розглядаються (наприклад НК-80).

ДБН встановлюють модель деградації, тобто перехід із одного експлуатаційного стану C_i в послідовний, як процес Пуассона і тоді надійність елемента в i -ому експлуатаційному стані P_i визначається формулою:

$$P_i = 1 - 0,008333(\lambda \cdot t)^5 e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

де λ – головні показник деградації, інтенсивність відмов, тобто ймовірність переходу елемента із стану C_i в стан C_{i+1} в інтервалі розглянутого часу $t + \Delta t$;

e – постійна в формулі Пуассона ($e = 2,718$);

t – час (у роках), що пройшов від початку експлуатації до моменту класифікації його дискретного стану C_i .

В документі [1] та літературних джерелах, наприклад [2],[3], приведені графіки та номограми, які встановлюють отриману на основі формули (2) взаємну залежність параметрів C_i , P_i , λ_{it} , β_i . При цьому спочатку визначають початкові значення λ_{it} із рівняння (2) за даними значення P_i , які встановлюють на підставі обстежень та розрахунків δ , β , та класифікації C_i за час t_i , що пройшов від початку експлуатації до моменту класифікації C_i .

Потім визначають λ_{it} для конкретного t за формулою:

$$\lambda_{it} = \frac{\lambda_{it}}{t} \quad (3)$$

Однак, як це зазначено вище, процес деградації стану МП є ймовірним, тому можна прийняти, що і його показники являються ймовірними параметрами. Тому є доцільним визначення основних показників надійності - P_i , λ_{it} методами прикладної теорії надійності, наприклад, використовуючи отриману при визначенні технічного стану МП інформацію у вигляді паспортів обстежень.

В цих вихідних документах якісним показником деградації стану являється C_i , а кількісним – рейтинг R_i . Вони встановлюються на основі аналізу виявлених пошкоджень, основними з яких на даний рік всіх збудованих залізобетонних малих мостів в Україні являються наступні:

- руйнування захисного шару бетону в нижній частині плит або по їх торцям (окремо або разом, з оголенням арматури), (позначення дефекту D_1);
- поодинокі сколювання бетону незначних розмірів без оголення арматури (позначення дефекту D_2);
- вилугування бетону в плитах у вигляді висолів (позначення дефекту D_3);
- затікання води в окремих місцях повздовжнього стику плит (позначення дефекту D_4);

В майбутньому із зростанням часу t можлива поява і других видів пошкоджень плит, а також і головних балок, тобто основних несучих елементів прогонової будови (ПБ). Це призведе до збільшення кількості пошкоджень, що не змінить значення показників C_i і R_i .

При аналізі паспортів 20 МП було виявлено, що з кількості плит N_i , в кожному з їх, мають пошкодження типу $D_1 - n_i(D_1)$; $D_2 - n_i(D_2)$ і т.д., при цьому $n(D_1) + n(D_2) + \dots + n_i(D_j) = N_i(\Pi)$. Число справних панелей при данному часі обстежень t , $N_{i,t} = N_i - N_i(\Pi)$, а також $N_i(\Pi) \leq N_i$. Така інформація, яка потрібна для даного дослідження представлена в таблиці (для двох МП).

На основі даних в таблиці значення параметра λ_{it} визначається за формулою:

$$\lambda_{it} = \frac{N_i(\Pi)}{N_{i,t}} \cdot \frac{1}{\Delta t}, \quad (4)$$

де $\Delta t = t_i - t_{i-1}$ – інтервал часу в роках між двома черговими обстеження.

Значення розглядаючих параметрів з використанням формул (1) та (4) наведені в таблиці

Таблиця

Отримані значення розглядаючи параметрів

При $t = 9$ і 11 років				
Для МП(1)	$N_i(\Pi) = 12$	$N_i(9) = 12$	$\lambda_i(9) = 0,111$	$P_i(9) = 0,9969$
Для МП(2)	$N_i(\Pi) = 15$	$N_i(11) = 13$	$\lambda_i(11) = 0,105$	$P_i(11) = 0,9946$
При $t = 17$ і 20 років				
Для МП(1)	$N_i(\Pi) = 13$	$N_i(17) = 11$	$\lambda_i(17) = 0,147$	$P_i(17) = 0,9926$
Для МП(2)	$N_i(\Pi) = 16$	$N_i(20) = 12$	$\lambda_i(20) = 0,148$	$P_i(20) = 0,9908$
При $t = 23$ і 27 років				
Для МП(1)	$N_i(\Pi) = 14$	$N_i(23) = 10$	$\lambda_i(23) = 0,233$	$P_i(23) = 0,9889$
Для МП(2)	$N_i(\Pi) = 17$	$N_i(27) = 11$	$\lambda_i(27) = 0,221$	$P_i(27) = 0,9843$

Бачимо, що $\lambda_{it} \approx const$, що дозволить нам побудувати залежність $\lambda(t) = f(t)$ для 15, 20, 25, 30 років, тобто прогнозувати на 5 років в два боки від досліджених даних.

Якщо для всіх досліджених 20 МП розглянути значення параметра $N_{i,\Pi}(t)$ як вибірку з генеральної сукупності імовірної величина $N_{i,\Pi}(t)$ та прийняти для неї нормальний закон розподілу, то можна за відомими залежностями визначити її середнє статистичне значення $N_{i,\Pi}(t)$ і дисперсію $S(N_{i,\Pi}(t))$. А також Визначили за формулою (1) параметри $P_{i,t} = f(\lambda_i(t))$ і $\bar{P}_{i,t} = f(\bar{\lambda}_i(t))$.

Згідно методики ДБН отримані номограми для визначення залишкового ресурсу T , при цьому наведені там взаємозалежності всіх параметрів, що його визначають, тобто λ_{it}^0 , $P_{i,t}^0$, β^0 . Тому можна порівняти також отримані нами результати з наведеними в роботі. При цьому останні відносяться до верхніх значень цих параметрів, а наші до отриманих безпосередньо при обстеженні конкретних МП або до опосереднених для всіх обстежених. В результаті такого порівняння отримаємо різницю у відсотках: $\Delta(\lambda)\% - \lambda_{it}^0$ і λ_{it} ; $\Delta(\bar{\lambda})\% - \lambda_{it}^0$ і $\bar{\lambda}_{it}$; $\Delta(P)\% - P_{i,t}^0$ і $P_{i,t}$; $\Delta(\bar{P})\% - P_{i,t}^0$ і $\bar{P}_{i,t}$; $\Delta(\beta)\% - \beta^0$ і β ; $\Delta(\bar{\beta})\% - \beta^0$ і $\bar{\beta}$.

Вона складає для $\lambda_i - 6,3\%$, для $P_i - 0,1\%$, для $\beta_i - 3,6\%$.

Висновки

Згідно запропонованого методу кількісними показниками експлуатаційного стану несучих панелей прогонової будови МП, окрім визначених при періодичному обстеженні інтегральних показників стану C_i та рейтингу R , являються кількість плит, що мають будь-яке пошкодження (дефекти) – $N_i(P)$ при вибраному часі t в роках. Всі вони розглядаються як вибірка імовірних параметрів генеральної їх сукупності.

Така інформація, а також і інші дані паспортів обстежень систематизується певним чином і представляється у вигляді таблиць, які використовуються для визначення основних показників надійності: P_{it} , λ_{it} , β_i , δ . Вони визначаються згідно методики ДБН з використанням наведених там графіків, номограм, формул та запропонованої методики, що використовує параметри $N_i(P)$ і $N_i(t)$ для кожного розглянутого МП та будь-яких подібних до нього і які мають однакове значення t .

Визначені результати порівнюють поміж собою, показано що різниця в $\%$ знаходиться в межах $1 - 6\%$ в бік їх зниження для отриманих статистичними даними.

Запропонована методика базується на використанні достатньо простих формул для розрахунків і дозволяє прогнозувати показники надійності за даними $3 - 4$ обстежень конкретного МП.

Список літератури

1. ДСТУ – Н Б В.23-23.2009.
2. ДБН В.1. – 15:2009.
3. ДБН В.2.3. – 22.2009
4. І.Г. Грабар. «Основи надійності машин.» навчальний посібник.- Житомир: ЖІПІ, 1998 – 298с.
5. ГОСТ 27.505.-81. Методи оцінки показників надійності.
6. В.І. Бурлаков та інш. Надійність авіаційної техніки. Навчальний посібник, Київ, 2000, 116с.
7. Диллон Б, Сінгх І. Інженерні методи забезпечення надійності систем. Мир, 1984. – 318с

Дискретно-інтерполяційний метод моделювання багатопараметричних середовищ

Розробка оптимальних методів моделювання, багатопараметричних середовищ є досить складною та актуальною задачею, що пов'язано з суттєвим підвищенням рівня сучасних вимог щодо якості кінцевих результатів задач моделювання. Тому дослідження та розробки в цьому напрямку, безумовно, є актуальними.

Розвиток математичного моделювання, технологій проектування та виготовлення складних технічних форм, моделювання багатопараметричних середовищ потребує суттєвого підвищення рівня вимог щодо якості результатів моделювання та подальшого проектування таких об'єктів та середовищ. Переважно у більшості таких задач йдеться про проектування складних криволінійних форм у вигляді певних поверхонь, моделювання прогнозованого стану антропогеннозмінних систем та середовищ. Досить часто такі складні об'єкти, системи та середовища не піддаються аналітичному опису, тобто не можливо отримати їх аналітичну континуальну модель. Стає зрозумілим, що у таких випадках математична модель складних об'єктів та середовищ повинна бути дискретною. Зазначимо, що дискретний спосіб представлення певної, зокрема, геометричної інформації про об'єкт, що моделюється, є універсальним і одним з раціональних, а дискретний підхід можна вважати більш загальним, тому що від неперервно-аналітичної моделі практично завжди можна перейти до дискретної, а в нашому випадку в подальшому розгляді до дискретно-інтерполяційної. Тому питання розробки раціональних алгоритмів моделювання складних об'єктів систем та середовищ є актуальними.

У багатьох роботах їх авторами розглядалися різноманітні підходи та способи моделювання, проте, наприклад, такий чинник, як моделювання, наприклад, складної просторової форми за наперед заданими умовами щодо форми є доволі складним і розглянутий недостатньо, а питання моделювання багатопараметричних систем та середовищ у літературі розглядаються вкрай рідко і часто на описовому рівні.

У даній роботі розглядається підхід, який є нетрадиційним і оригінальним, щодо моделювання складних об'єктів, систем та середовищ на основі дискретно-інтерполяційного методу. В роботі пропонується використати інтерполяційні схеми на основі інтерполяційних поліномів Лагранжа для отримання дискретних геометричних моделей об'єктів, що моделюються.

Дискретно-інтерполяційні схеми дозволяють отримати однопараметричну множину певних об'єктів, а саме дискретних чисельних масивів. На наш розсуд, вибір інтерполяційних поліномів Лагранжа є

оптимальним, тому що обумовлений відносно простотою, необов'язковою рівномірністю розташуванням вузлів інтерполяції, можливістю представлення по кожній змінній своєї кількості вузлів інтерполяції, високою швидкістю алгоритмізації та умовами збіжності цих поліномів.

Нетрадиційність і оригінальність підходу, що розглядається, і саме це є суттєвим, полягає у тому, під вузлами інтерполяції розуміються не точки, як у традиційному математичному розумінні, а більш складні математичні об'єкти, наприклад, лінії, матриці, тензори, поверхні, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів. Надалі під схемою інтерполяції будемо розуміти схему розташування саме таких її вузлів.

Зазвичай, функції, що однозначно не можуть бути спроекційовані на жодну з координатних осей чи площин, задаються неявно чи параметрично. Тоді їх інтерполювання зводиться до розміщення у вузлах інтерполяції певних базових функцій, наприклад, дискретних масивів. Це дає можливість отримати деякий функціонал $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, з вектором параметрів, що включає в себе інтерполяційний параметр, координатні змінні, параметри, що характеризують форму та положення об'єктів, певні параметричні характеристики об'єктів, процесів та систем. Однопараметричні множини, що можуть бути отримані таким чином, є дискретними математичними моделями багатопараметричних об'єктів, процесів та систем. І елементом таких множин є деяка дискретна функція, або ж функціонал $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, що у загальному випадку може бути представлений, як дискретний чисельний масив, розмірність якого може варіюватись. Наприклад, для моделювання складних поверхонь, як моделей криволінійних технічних форм, це лінії, як прямі, так і криві, а для систем та середовищ це дискретні чисельні масиви, елементами яких є саме параметри цих середовищ. Особливо підкреслимо, що ці параметри можуть бути різноструктурними та різноякісними.

Отже, нехай $\mathbf{F}(\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_k, \dots, \mathbf{p}_m)$ – неявно задана вузлова функція. Сформуємо її у вигляді деякого функціонала $\Phi(\mathbf{p}_{i,j})$, що заданий матрицею $\mathbf{M}[i, j]$.

$$\Phi(\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_k, \dots, \mathbf{p}_m) = \mathbf{M}[i, j] \quad (1)$$

Розглядаючи (1) у якості певного вузла інтерполяції, використаємо інтерполяційний поліном Лагранжа. Якщо розглядати випадок одновимірної інтерполяції, то отримаємо $\mathbf{M}[i, j]$ як

$$M_n[i, j] = \sum_{i=0}^{n-1} M_i(i, j) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j} \quad (2)$$

де \mathbf{n} - кількість вузлів інтерполяції, \mathbf{u} - параметр $\mathbf{M}[i, j]$, відповідний проміжному перерізу певної просторової структури.

Формування вузових функцій (ліній або ж дискретних чисельних масивів), як перша стадія процесу, здійснюється у розробленому автором програмному забезпеченні, що дає можливість отримати дискретні чисельні моделі базових вузових функцій.

Наступним етапом моделювання є визначення схеми інтерполяції, а саме, кількості її вузлів та їх просторового розташування. Його особливість полягає у тому, що приведені параметри суттєво впливають на результат моделювання, навіть, якщо використовуються одні й ті ж самі вузлові функції в схемі інтерполяції. Зазначимо, що вузлові функції можуть змінювати своє просторове положення у відповідних носіях-площинах. У свою чергу, носії-площини також можуть змінювати своє просторове положення, впливаючи, таким чином, безпосередньо на схему інтерполяції.

Вираз (2) є остаточною формулою дискретно-інтерполяційного методу щодо моделювання складних об'єктів, систем та середовищ із використанням різних базових вузлових функцій та схем інтерполяції.

Зазначимо, що такий підхід дозволяє включити в однопараметричну множину об'єкти, що мають навіть різну структуру і властивості, що абсолютно неможливо поєднати у континуальній моделі. Особливо актуальним це є для великої кількості багатопараметричних процесів, систем та середовищ, параметри яких можуть змінюватися як у просторі, так й у часі. Це стосується, наприклад, екологічних гідрологічних, геологічних, енергетичних систем тощо, які, як відомо, є багатопараметричними системами, що складаються з багатьох компонентів. Побудова континуальної математичної моделі такої системи є складною задачею, яка часто взагалі не може бути розв'язана. Зазначимо, що параметри таких систем є суттєво неоднорідними. Більш того, вони ще й суттєво залежать від певних зовнішніх факторів, які інколи неможливо передбачити. Зрозуміло, що поєднати таку різноманітну компонентність у одній аналітичній (континуальній) математичній моделі просто неможливо. Таку ситуацію можна прослідкувати на прикладі такого великого об'єкту, як, скажімо, аеропорт, де існує багато чинників, пов'язаних із забрудненням довкілля та негативним впливом на здоров'я людей.

Суттєво аажливим є той факт, що певні параметри, або ж компоненти систем та середовищ фактично вимірюються в деякий час і в певних місцях. Тобто ця інформація, яка з часом змінюється, носить яскраво виражений дискретний характер. Стає зрозумілим, що цілком логічним є підхід на основі дискретно-інтерполяційного методу щодо моделювання багатопараметричних систем та середовищ, у якому передбачається побудова певних однопараметричних дискретних множин, що включають деяку сукупність параметрів та компонентів таких систем. З геометричної точки зору це може бути певна гіперповерхня, як n -вимірна модель відповідного середовища, що задана, як правило, дискретно. Зазначимо, що такий підхід щодо моделювання, наприклад, екологічних систем, процесів чи екологічних ситуацій у літературі відсутній.

Отже, однопараметричні множини, отримані на основі запропонованого методу, є дискретними математичними моделями об'єктів, систем та середовищ. Елементом таких множин є деяка дискретна функція, що у загальному випадку може бути представлена, як дискретний чисельний масив, розмірність якого може варіюватись. Такий підхід дозволяє включати в однопараметричну множину об'єкти, що мають різну структуру і навіть

властивості, а до того ж, ще й анізотропність, що саме й притаманно, наприклад, екологічним системам.

Проте, як вже було зазначено вище, екологічні системи – це досить складні багатокомпонентні системи, параметри яких змінюються у часі й можуть мати різну векторну направленість. Геометрично модель такої системи фактично являє собою доволі складну деяку гіперповерхню. Тому побудова моделі такої системи на основі дискретно-інтерполяційного методу потребує використання **n**-вимірної інтерполяції. Зокрема, у випадку двовимірної інтерполяції можна знайти вид степеневого многочлена $F_{m,n}(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ степеня m по u та n по v , та визначити значення функціонала Φ у довільній точці з параметрами (\mathbf{u}, \mathbf{v}) . Геометрично це означає, що при двовимірній інтерполяції через вузлові точки проходить деяка поверхня $\mathbf{z} = \Phi_{m,n}(\mathbf{u}, \mathbf{v})$. Тоді отримуємо таку формулу для двовимірної інтерполяції за Лагранжем:

$$\Phi_{m,n}(u, v) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} F_{i,j}(p_1, p_2, \dots, p_t) \prod_{\substack{p=0 \\ p \neq i}}^{m-1} \prod_{\substack{q=0 \\ q \neq j}}^{n-1} \frac{(u - u_i)(v - v_j)}{(u_p - u_i)(v_q - v_j)} \quad (3)$$

На основі виразу (3) отримуємо відповідну дискретно-інтерполяційну модель певного, наприклад, екологічного процесу або ж екологічного середовища, підставляючи у вузол інтерполяції дискретний чисельний масив із сукупністю компонентів (навіть різноякісних та анізотропних) цього середовища.

Висновки

Запропонований підхід на основі дискретно-інтерполяційного методу дозволяє моделювати досить складні системи та середовища, що характеризуються великою кількістю параметрів та властивостей, які можуть мати різноманітну структуру і певну анізотропність цих властивостей у часі й просторі.

Список літератури

1. Холковський Ю.Р. Моделювання багатопараметричних процесів та систем на основі дискретно-інтерполяційного підходу в екології // Праці VIII Всеукраїнських наукових Таліівських читань. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – С.204-208.
2. Холковський Ю.Р. Побудова дискретно-інтерполяційних моделей багатопараметричних об'єктів, систем та середовищ // ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: науковий журнал. – Миколаїв, Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського, березень 2016 р., №1. – с. 116-121.

А.І. Глушаниця, к.т.н., І.Л. Машков, О.В. Шевченко
(Національний авіаційний університет, Україна)

Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану елементів сталезалізобетонних конструкцій

Запропоновано новий підхід до методики проведення експериментального дослідження. Приводиться результат обчислень компонентів системи.

Аналіз результатів проведених досліджень підсилених сталезалізобетонних конструкцій.

Аналіз результатів говорить про те, що дана конструкція при максимально-допустимому прогині сприймає велике навантаження, що пояснюється сумісною роботою бетону, сталеві опалубки і стержневої арматури (рис.1. -рис.3.).

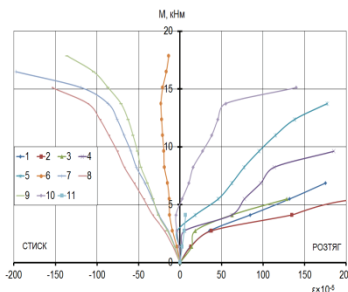


Рис. 1. Залежність відносних деформацій від навантаження зразка

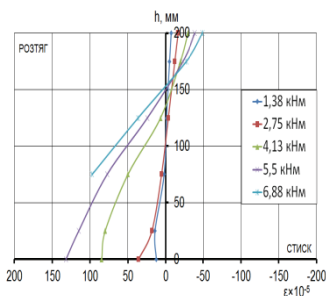


Рис. 2. Розподіл відносних деформацій по висоті зразка

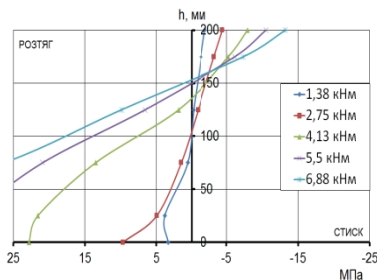


Рис. 3.
Розподіл напружень по висоті зразка

Із наведених графіків можемо побачити, що у початковій стадії прикладання навантаження у конструкції виникають переважно пружні деформації.

При навантаженні 20-25% від руйнівного виявлено виникнення нормальних тріщин у зоні чистого згину. Перші тріщини утворились у крайніх розтягнутих волокнах бетону у зоні дії максимального згинаючого моменту при деформаціях бетону на рівні розтягнутої арматури.

Деформації у нормальному перерізі зразка, визначені за допомогою тензорезисторів, являють собою $40...50 \times 10^{-5}$ відносних одиниць. З розвитком тріщин у розтягнутій зоні бетону відмічався значний ріст деформацій на рівні розтягнутої арматури, які перевищували деформації сталевієї пластини у 1,24 рази. Значне збільшення пластичних деформацій бетону у волокнах близьких до грані сталевієї пластини масмо змогу побачити при навантаженні $0,7 M_u$. Зсуву бетону відносно жорсткої арматури до моменту руйнування не було.

Виходячи з даних зміни деформацій за висотою перерізу побудовані графіки розташування деформацій. У початковій стадії завантаження та у перерізах без наявності тріщин деформації розвивалися у залежності з гіпотезою плоских перерізів. З виникненням нормальних тріщин змінюється однорідність напружено-деформованого стану бетону по довжині чистого згину та за висотою елемента у перерізах з тріщинами та без них. У перерізах без наявності тріщин деформації розтягу та стиску бетону розташовуються по усій висоті перерізу за лінійною залежністю, з максимальними значеннями на крайніх розтягнутих зонах, що видно із залежності повздовжніх деформацій від навантаження.

Виявлено, що більшість нормальних тріщин виникло у місцях встановлення поперечного армування. Це пояснюється тим, що поперечна арматура являла собою концентратор напруг. Інтенсивність роста деформацій обернено пропорційне кількості повздовжньої розтягнутої арматури. Значної різниці на початковому етапі праці елементів, пов'язаних з міцністю бетону, відмічено не було.

Інтенсивність зростання прогибів до навантаження 55% від руйнівного - прямолінійна. Подальше збільшення навантаження призводить до суттєвого зменшення жорсткості елемента, внаслідок виникнення та розкриття нормальних тріщин, а також зростання недружніх деформацій стиску бетону та початку текучості арматури.

При навантаженнях 70% від руйнівних відмічається початок розвитку похилих тріщин під кутом 40-45 градусів до повздовжньої вісі елемента у зоні дії поперечної сили між місцям прикладання навантаження та опорою.

При навантаженнях 80% від руйнівних відмічається текучість крайніх волокон сталевого елемента, що відбувалося до руйнування бетону у стисненій зоні, але конструкція все ще може сприймати зростаюче навантаження за рахунок повздовжньої арматури.

В результаті випробувань певної кількості дослідних зразків була отримана нормативна середня міцність.

Випробування зразків виготовлених із бетону одного складу виявило значні відхилення певних величин. Тобто міцність бетону розглядається як

величина змінна та статистично випадкова. Розрахункове нормоване значення міцності бетону при осьовому стиску визначається з певною імовірністю 95% згідно норм. Це рівноцінно тому, що тільки 5% результатів всіх випробувань буде нижчим від деякого значення міцності (класу бетону), що розташоване на відстані 1.64σ від середнього значення міцності R_m .

Нормативна міцність бетону при осьовому стиску (клас бетону за міцністю) може бути подана як:

$$B = R_m - 1.64\sigma = R_m(1 - 1.64V_m) \quad (1)$$

де R_m – середня кубикова міцність бетону в партії, МПа, що визначається за формулою:

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (2)$$

де R_i – одиничне значення міцності бетону, МПа;

n – загальне число одиничних значень міцності бетону в партії.

За одиничне значення міцності бетону приймають середню міцність в однорідній серії зразків. Для кожної партії бетону визначається середнє квадратичне відхилення S_m і коефіцієнт варіації V_m міцності. При контролі по зразкам середнє квадратичне відхилення міцності в партії S_m , МПа, при числі одиничних значень міцності бетону в партії від двох до шести, значення S_m визначається за формулою:

$$S_m = \frac{W_m}{\alpha} \quad (3)$$

де W_m – розмах одиничних значень міцності бетону в контрольований період партії, що визначається як різниця між максимальним і мінімальним одиничним значенням міцності;

α – коефіцієнт який залежить від числа одиничних значень (n), що дорівнює в даному випадку 1,69.

Висновки

Використання різних схем і способів армування в даних зразках, а також використання бетонів різних класів за міцністю, різні типи клейових з'єднань та елементів підсилення, дозволяють вивчити їх вплив на несучу здатність і деформативність досліджуваних елементів.

Список літератури

Стороженко Л.И. Железобетонные конструкции с внешним армированием. – К.: Будівельник, 1989. – 98 с.

Семко О. В. Чисельний метод розрахунку НДС сталезалізобетонного ригеля з урахуванням фізичної нелінійності / О. В. Семко, Д. В. Бібік // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2009. – Вип.33. – С.392–400.

А.А. Кучеренко. д.т.н.
(Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, Украина)

Факторы, определяющие специальные свойства бетонов

Атомы и их взаимодействие – основа создания строительного материала. Выбор нужных атомов, приведение их в возбуждённое состояние, умелое использование их внутренней и энергии межатомных связей позволят придать бетону наперёд заданные специальные свойства.

Строительные материалы получают из разных веществ, разного строения, состава и свойств, но всегда построенных из химических веществ. Простейшим и наименьшим химическим веществом является атом. Свойства атомов определяют свойства конечного продукта. По справочной литературе атом с нужными свойствами можно выбрать, соотношение разных атомов можно назначить, количество атомов можно рассчитать. Тогда из атомов, определяющих качество вяжущих и клеящих веществ, можно смонтировать материал или изделие с наперёд заданными свойствами. Причём монтаж (технология) строительного материала может быть охарактеризован выражением: «рассыпать, чтобы собрать» (разорвать старые связи, чтобы создать новые). По современным представлениям «рассыпать» означает: довести вяжущее сырьё до наноразмера заряженных и электронейтральных частиц. Электризовать и на максимум ионизировать водные растворы. Эти преобразования осуществляют электроны и ионы.

По расчётам [1] бетон на основе портландцемента (ПЦ), известкового вяжущего (ИВ), высокопрочного (ВПГ) и полуводного (ПВГ) гипса, и известково-кремнезёмистого (ИКВ) вяжущего включает следующие основные атомы, таблица 1. Они же, совместно с водой затвердения, составляют основу вяжущего сырья

Таблица 1.

Вид вяжущего	Количество атомов, %								
	Ca	Fe	Al	S	Si	C	H	O	H+O
ПЦ	11,3	0,5	0,9	0,5	3		44,7	38,2	83
ИВ	9,1					9,1	12,5	45,5	82
ВПГ	8,3			8,3			33,3	50,1	83
ПВГ	8,3			8,3			33,3	50,1	83
ИКВ	17				,9		44	32,2	76

В новообразованиях бетона общее количество атомов кислорода и водорода (H+O) составляет 76-83% и только 17-25% – атомы металла, ΣMe . Последних в 3÷5 раз меньше, а энергия химической связи их больше энергии связи атомов водорода и кислорода. Очевидна необходимость увеличения количества атомов металла и ограничение количества атомов водорода и кислорода. При этом мы знаем, что H и O поставляет в основном вода,

особенно та её доля, которая обеспечивает требуемую подвижность бетонной смеси, а после уплотнения смеси, испаряясь, создаёт поры в конструкции.

Энергия связи – важнейшая энергетическая характеристика, определяющая все свойства строительного материала. Величина её определяется разными методами: кинетическими, термохимическими, спектроскопическими др. и оценивается в кДж/моль. Основные атомы, применяемые в строительном материаловедении: s–элементы H, Be, Na, Mg, K, Ca; p–элементы B, C, N, O, F, Al, Si, P, S, Cl; d–элементы Fe, Cr, Cu. С ними тесно связаны понятия как сигма связь (σ – связь), пи связь (π – связь), дельта связь (δ –связь). Прочность химической связи их с партнёрами различна. Так энергия π -связи меньше, чем энергия σ – связи т.е. π -связь менее прочная, чем σ – связь. При химических взаимодействиях с окружающей средой она разорвётся в первую очередь. При соответствующем подборе исходного сырья с большим или меньшим количеством того или иного атома можно изменить специфику строительного материала, например получить более прочный бетон.

Кроме этого надо изучать перспективные атомы с большим электрическим зарядом, табл. 2 [2], так как величина заряда обеспечивает все свойства атома.

Таблица 2.

Эффективные заряды атомов в основном состоянии

Атом	EA	Атом	EA	Атом	EA	Атом	EA
Атомы цементного вяжущего							
S	52	O	43	Al	3,4	Ca	2,8
Fe	4,3	Si	4,0	C	3,1	H	1,0
Атомы, перспективные для вяжущих							
Ba	3,3	P	4,6	Cl	5,8	Br	8,0
Cr	3,7	F	4,9	Bi	8,0	Rn	9,8

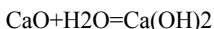
К геометрическим характеристикам химической связи в основном относят длину и кратность. Длина химической связи – это расстояние между ядрами атомов в их соединениях, в молекулах, кристаллах, минералах, новообразованиях цемента и других комплексных соединениях. Она зависит от величин заряда атомов, степени перекрывания электронных облаков, их размеров и др. Энергия связей увеличивается при уменьшении их длины. С ростом полярности уменьшается межатомное расстояние. Давление сокращает длину межатомных связей, а повышение температуры удлинит их. Чем короче связь, тем плотнее бетон. Поэтому выбор соответствующей длины межатомных связей – это выбор бетона соответствующей плотности, прочности и стойкости в разных средах эксплуатации.

Кратность (порядок) – это количество связей, образующихся между атомами. Связи могут быть: одинарные (H_2) $H-H$, двойные CO_2 ($O=C=O$) и тройные H_2C_2 ($H-C\equiv C-H$). С увеличением кратности изменяется длина, жёсткость, прочность и энергия связи. Повышение кратности связи уменьшает межатомное расстояние и, соответственно, увеличивает энергию диссоциации (разрыва). Кратные (двойные и тройные) химические связи дают более

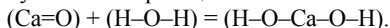
жѣсткий и менее деформативный строительный материал, а одинарные – более гибкий.

Валентность – это свойство атома одного элемента присоединять определённое количество атомов других элементов. Она оценивается числом разных атомов в молекуле, с которыми данный атом образует связи. Чем выше валентность, тем больше и величина заряда атома, а, следовательно, он быстрее притянет к себе и вступит в реакцию с другими атомами. Поэтому выбор исходных веществ с атомами большей валентности – это изменение скорости отвердевания и прочности вяжущих и клеящих веществ. Многовалентные атомы создают пространственную структуру строительного материала, а меньшей валентности – вплоть до плоской, слоистой, малопрочной структуры. Одновалентные атомы, наоборот, могут заблокировать развитие отвердевания смеси или создавать поверхности раздела.

Расчитать энергию химических связей атомов в исходном сырье и в конечном продукте можно по известным химическим уравнениям гидратации минералов цемента и по количеству их новообразований. Для этого пользуются справочными данными [2,3]. Пример такого расчёта приводится для гидратации CaO, которого в портландцементе около 65% от суммы остальных:



Структурная формула этой же реакции гашения извести:



По структурной формуле узнаём количество межатомных связей. По справочникам – силу их связей. Расчёт ведём по данным таблицы 3.

Таблица 3.

Энергия межатомных связей исходных компонентов и новообразований

Исходные вещества и продукты	Связи межатомные		Энергия связей, кДж/моль	
	вид	кол-во, шт.	одной связи	молекулы
Расход энергии связей исходных веществ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$.				
CaO или Ca=O	Ca=O	1	1075,6	1075,6
H ₂ O или H-O-H	H-O	2	484,7	969,3
Суммарный расход энергии связей ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$)				2044,9
Приход новообразований Ca(OH)_2 и энергии их связей				
Ca(OH) ₂ или	Ca-O	2	570,4	1140,8[2]
H-O-Ca-O-H	H-O	2	484,7	969,3
Сумма энергии новообразований				2110,1
Тепловой эффект реакции, T,				+65,2

Тепловой эффект реакции +65,2 кДж/моль. Цифра согласуется с данными предыдущих исследователей. Знак плюс (+) означает, что реакция экзотермическая. Знание теплоты образования веществ позволяют судить об устойчивости соединений, обеспечивающих долговечность продукта. Чем больше величина экзотермического эффекта соединения, тем устойчивее новообразования. Слабо экзотермические и эндотермические химически

малоустойчивы, но более реакционные, чем сильно экзотермические. Они же характеризуют и экономичность технологии продукта по затратам тепла.

Самой слабой энергией межатомных связей характеризуется вода. Их 47,4%. Используя основы минералогенной инженерии, можно их заменить на вещества с более сильными химическими связями. Это только с учетом расхода воды на химические реакции (примерно при $V/C=0,2$) и ещё больше с учётом обеспечения требуемой подвижности бетонной смеси при $V/C=0,4$ и более. Чем слабее химические связи, тем ниже прочность бетона. Значит ограничение количества свободной воды очевидно. $Ca=O$ имеет прочную двойную связь в исходном сырье, которая трансформируется в одинарную и менее прочную в конечном продукте $Ca(OH)_2$.

Структура продукта, судя по структурной формуле $H-O-Ca-O-H$ плоская, чепечная, даёт напластования одного кристалла на другой со слабыми связями между ними. Это определяет низкую прочность известкового бетона. Вывод: уменьшить расход воды или ввести в состав воды добавки, например кремнийорганическую жидкость, в которой химическая связь $Si-O$ выше и можно получить пространственную структуру у 4-х валентного атома Si . Вновь рассчитать T_z и если он выше, то стабильнее химическая связь, а значит выше и стабильнее прочность бетона.

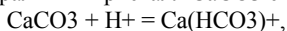
Для специальных бетонов на базе извести расчёт можно продолжить с учётом её карбонизации по формуле: $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$ аналогично таблице 3 и проанализировать результаты.

Не менее важно прогнозировать долговечность конструкции, эксплуатируемую в условиях окружающей среды [4]. Аналогично, зная химические реакции между минералами бетона конструкции и солями окружающей среды, в которой он эксплуатируется, можно рассчитать какие минералы бетона в перспективе повысят долговечность её, а какие нежелательны по силе химических связей или по взаимодействию их с веществами среды. Известна закономерность так называемого «трансляция» – «внутримолекулярного катализа...». Суть её [2]: в любом кристалле, молекуле или комплексе, состоящих из суммы разного рода атомов, один из атомов всегда более активен, чем другие. Следуя этому понятию, в новообразованиях бетона всегда можно найти самый активный атом в среде других. Аналогично, в любом кристалле, молекуле или комплексе их, находящихся в окружающей среде, также существует свой наиболее активный атом. Наиболее активные атомы бетона и окружающей среды вступают в реакцию друг с другом. И начнётся процесс коррозии бетона. Такие атомы определяют по справочным данным [7]: термодинамическим характеристикам (ионизационный потенциал, сродство к электрону, электроотрицательностям химическим, термическим, геометрическим и др.) каждого атома, входящего в состав новообразований бетона и химии окружающей среды.

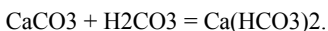
В качестве примера приводим расчёт взаимодействия с окружающей средой тонкомолотого известняка-ракушечника ($CaCO_3$) как наполнителя в бетоне для мостовой конструкции и известняка-камня ($CaCO_3$) в Потёмкинской лестнице, г.Одесса. Окружающей средой в обоих случаях служит чистая дождевая и от таяния снега вода и всегда присутствующий в

атмосфере CO₂ (результат деятельности автомобилей). На поверхности бетона возникает углекислота: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$. Что произойдёт в системе «объект – среда», т.е. между CaCO₃ и H₂CO₃?

По справочным данным сравниваем термодинамические характеристики всех атомов CaCO₃. У атома Ca наименьшие величины ионизационного потенциала, сродства к электрону и максимальны электроотрицательности. Следовательно, из всех атомов кристалла CaCO₃ самый активный атом Ca. Аналогичное сравнение атомов в молекуле H₂CO₃ – самый активный атом Н. Наличие протонов Н⁺ в окружающей среде и активного атома Са в объекте приводит к процессу протонизации [5] и химически устойчивый, нейтральный кристалл CaCO₃ становится ионом



электрозаряженным и термодинамически неустойчивым. Возникает реакция:



В присутствии углекислоты, нерастворимый и стойкий в воде CaCO₃, преобразуется в растворимый в воде бикарбонат кальция Ca(HCO₃)₂, который выносятся ею из конструкции, повышая пористость камня известняка-ракушечника и бетона. Поэтому в мостовых конструкциях нельзя применять в качестве тонкомолотого наполнителя известняк, а в Потёмкинской лестнице надо предотвратить доступ агрессивной среды (воды) к известняку-камню.

Выводы

Факторы, определяющие получение специальных бетонов нового поколения: химические связи (σ-, π-, δ-связи и s-, p-, d-вещества) и их свойства (энергия, длина, кратность и количество связей); термодинамические характеристики атомов (величины зарядов, валентности, сродство к электрону и электроотрицательности); природа, дисперсность твёрдой фазы исходного сырья и степень электризации и ионизации жидкой фазы бетона.

Правильный выбор исходного сырья и учёт некоторых технологических факторов, позволят получить строительный материал за короткое время, с заданной структурой, более плотный, прочный жёсткий или эластичный, прогнозировать долговечность и получать конечный продукт с наперёд заданными свойствами.

Список литературы

1. Кучеренко А.А. О трансформации энергии межатомных связей минеральных вяжущих веществ А.А. Кучеренко Віс. ОДАБА. №40. Зовнішрекламсервіс – 2011. — С. 176-182
2. Бацанов С.С. Структурная химия. Факты и зависимости / С.С. Бацанов. – М.: Диалог-МГУ, 2000. -292 с.
3. Кузнецова Т.В. Физическая химия вяжущих материалов /Т.В. Кузнецова. И.В. Кудряшов, В.В.Тимашев. –М.: Высш. шк, 1989. – 384 с.

Вплив безрейкового громадського транспорту на формування перетину

Пункти зупинок, особливо безрейкового громадського транспорту (БГТ), істотно впливають на безпеку руху, на пропускну здатність пересічення і на затримки автомобільного та громадського транспорту.

У більшості випадків пункти зупинки пасажирського громадського транспорту розміщуються поблизу транспортних перетинів. Таке рішення можна обґрунтовувати тим, що розташовані поблизу пересічних магістралей зупинки забезпечують мінімальні витрати часу на підході до них для більшої кількості пасажирів ніж зупинки, розташовані в глибині кварталів [1, 2, 3]. Другим основним фактором, що визначає доцільність розміщення зупинкових пунктів поблизу перетину, є можливість створення кращих умов для пересадки.

Визначився цілий ряд вимог, які повинні враховувати при організації зупинкових пунктів. Основні вимоги наступні:

- мінімальні перешкоди БГТ для автотранспорту;
- мінімальне зниження пропускну здатності перетину;
- мінімальні втрати часу в точках світлофорного регулювання;
- забезпечення безпеки дорожнього руху;
- забезпечення зручності підходу, очікування, посадки і виходу пасажирів громадського транспорту;
- максимальне використання пропускну здатності лінії масового транспорту.

Дані вимоги повинні враховуватися при проектуванні перетину, тому що пристосування до умов, що склалися завжди пов'язане з погіршенням умов руху транспорту та пішоходів. Незадовільні умови руху на пересічних в одному рівні, поблизу яких розміщені пункти зупинки, пояснюються саме невідповідністю планувальних рішень вище наведеним вимогам. Тому необхідно виявляти, які планувальні рішення перетину і прийоми розміщення і організації зупинкових пунктів найбільше суперечать цим вимогам.

При розміщенні зупинкових пунктів в безпосередній близькості від перетину необхідно в першу чергу вирішувати питання, де слід розташовувати, перед перетинанням або за ним. Серед фахівців вже давно ведуться суперечки з даного питання. Можна відзначити, що більшість авторів [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Висловлюються за розміщення зупинкових пунктів після перетину. Рішення обґрунтовується наступними перевагами:

- виключається можливість зниження пропускну здатності зупинкового пункту, закінчивши посадку - висадку, водій може відразу ж почати рух [5];
- виявляється менший вплив на пропускну здатність перетину і скорочується кількість затримок [1, 4, 5, 6];

- досягається велика безпека пасажирів, що прямують на пішохідний перехід [1, 2, 5];

- виключається перешкоди для інтенсивного правоповоротного руху [5];

- заборонний сигнал світлофора перериває транспортний потік, що дозволяє безперешкодний виїзд БГТ з зупинкового пункту [3]. Розміщення зупинкових пунктів за перетином при лівоповоротному русі БГТ рекомендується по суті всіма фахівцями, тому що перешикування екіпажу після виїзду з зупинки на крайню ліву смугу практично здійснити неможливо.

Розташування зупинкових пунктів до перетину допускається у випадках, коли великий пасажироутворюючий пункт або вхід у підземний пішохідний перехід розташований до перетину; скорочується час пересадки пасажирів по основних транспортних напрямках; за перетином починається під'їзд до мосту, тунелю, шляхопроводу або знаходиться залізничний переїзд [1, 4]. Розміщення зупинкових пунктів до перетину може бути доцільним і на магістралях з координованим регулюванням руху по системі «зеленої хвили». Дослідження показали, що почергове розміщення зупинок до і після перетину зменшує кількість непродуктивних затримок БГТ у світлофорів. [6] зазначає, що зупинки перед перетином в деяких випадках навіть краще ніж за перетином. Це пов'язано з тим, що які знаходяться в черзі перед світлофором автомобілі легше можуть надавати громадському транспорту необхідний ПДР пріоритет при виїзді з зупинкового пункту ніж прискорює пачка автомобілів. Відзначається, що при розташуванні зупинкового пункту до перетину знижується ймовірність затримки.

Таблиця 1.

Критерії щодо вибору місця розташування зупинкових пунктів БГТ.

Критерії	За перетином	Перед перетином
1	2	3
Безпека руху: - пасажирів - БГТ - автомобільного транспорту - пішоходів	✓ ✓ ✓ ✓	
Умови руху громадського транспорту: - Видимість для водія - Поворотний рух екіпажів	✓	✓ ✓

Закінчення Таблиці 1

1	2	3
Умови руху автомобільного транспорту: - конфлікти між громадським та автомобільним транспортом в зоні зупинки - правоповоротний рух	✓ ✓	
Характер розташованої поблизу забудови: - пасажироутворюючі об'єкти	✓	✓

Багатьма фахівцями [2,3,5] рекомендується розташування зупинкових пунктів БГТ в спеціальних кишенях, щоб не погіршувати умови автомобільного транспорту і не знижувати пропускну здатність проїзної частини. Пристрій кишень потрібно на головних транспортних магістралях і на магістральних вулицях і дорогах з координованим регулюванням руху [6].

При визначенні розмірів кишень рекомендується виходити з швидкості руху при в'їзді на зупинний пункт дорівнює 40 км / год. Довжина відгону визначена виходячи з середнього значення уповільнення дорівнює 1,2 м / с.

Аналіз літературних джерел показав, що рекомендації по довжині прямої ділянки кишені коливаються в широких межах. Прийнята в країнах Західної Європи довжина становить 11.3-16 м [3]. Клиновштейн Г.І. [2] рекомендує для одиночних автобусів і тролейбусів при частоті руху до 15 од/год довжину дорівнювати 15 м. При частоті понад 15 од/год і в інших випадках, коли слід розраховувати на можливість прибуття одночасно двох одиниць рухомого складу, довжина повинна бути збільшена до 35-40 м. Ряд інших авторів [4, 5] рекомендують приймати довжину зупиночної площі для екіпажів БГТ для маршрутів одного напрямку 20 м, для маршрутів кількох напрямків - з розрахунку, але не менше 30 м. На кожен додатковий маршрут довжина зупинкового майданчика збільшується на 10 м. При розосереджених зупинкових пунктах відстань між зупинковими майданчиками в кишені має бути не менше 20-25 м [6].

Пристрій кишені рекомендується приймати як основне планувальне рішення, незалежно від місця розташування зупинкового пункту - до або після перетину [6]. Таке рішення має проте ряд недоліків:

- БГТ часто змушений чекати появи відповідного інтервалу для виїзду з кишені;

- виїзд з кишені може привести до виникнення конфліктних ситуацій між громадським та автомобільним транспортом.

З огляду на зазначені недоліки, деякі автори пропонують застосування «відкритих» кишень у всіх випадках розміщення зупинок перед перетином [3, 6]. Таке планувальне рішення так само має недоліки, так як відбувається тільки переміщення конфліктної точки (маневр злиття в транспортний потік при виїзді з кишені) з підходу до перетину на самий перетин. БГТ перетинає «стоп-лінію» одночасно з автомобільним транспортом, але так як ширина проїзної частини на виході перетину менше ніж на підході («відкрита» кишень працює в принципі як додаткова смуга) у екіпажів також можуть виникати

перешкоди при встановленні. На перетинах, де немає можливості пристрою «відкритої» кишені, рекомендується переносити «стоп-лінію» на розташованій поряд з кишенею смузі руху на кілька метрів назад.

Висновки

Найбільший вплив на планувальне рішення транспортних перетинів в одному рівні безперечно надають пункти зупинки, так як вони впливають на планувальні розміри елементів перетину. У тому випадку, коли через перетин передбачається пропуск маршрутів громадського транспорту, радіуси заокруглень бортових каменів тротуарів і напрямних островців рекомендується приймати не менше 12 м. Лінії тролейбусного транспорту з лівим поворотом або розворотом не рекомендується прокладати через перетинання з інтенсивним рухом.

Список літератури

1. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А.: Теория городских пассажирских перевозок М., «Высшая школа», 1980, 535с.
2. Клинковштейн Г.И. : Организация дорожного движения. М., Транспорт, 1981, 240с.
3. Brouwer P.: Lage und Gestaltung von Bushaltestellen in Stadtgebieten.- Revue-1/1983,s51-100
4. Ланцберг Ю.С.: Городские площади, улицы и дороги. М., Стройиздат, 1983, 216с.
5. Свечников Е.В., Фишельсон М.С.: Городской транспорт. М., «Высшая школа», 1976, 352с.
6. Schnabel W/; Lohse D.: Grundlagen der Strassenverkehrstechnik and der Strassenverkehrsplanung. Transpress, VEB Verlagfur Verkehrswesen, Berlin, 1980.

*И.П. Солоненко, к.т.н.
(Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, Украина)*

Применение цементобетона в качестве покрытий для малых аэродромов, вертодромов и подъездных путей

В статье рассматриваются вопросы возможности применения быстротвердеющих бетонных смесей в качестве покрытия для аэродромов, вертодромов и автомобильных подъездных путей. Приводятся результаты моделирования влияния на физико-механические характеристики покрытия, количество введенной в их состав ускоряющей, пластифицирующей добавки и полипропиленовой фибры.

Постановка проблемы.

Развитие легкомоторной авиации в Украине, наблюдаемое в последнее время, требует создания большого количества небольших аэродромов и вертодромов. Одной из важных задач при создании таких аэродромов - выбор покрытия как для самого аэродромов, так и для автомобильных подъездных путей. В качестве основных покрытий для малых аэродромов применяется: цементобетон и асфальтобетон. Каждые из этих покрытий имеют свои преимущества и недостатки. В таблице 1 приведены данные о преимуществах и недостатках цементобетонных покрытий (БП) в сравнении с асфальтобетонными покрытиями (АП) [1].

Таблица 1.

Преимущества и недостатки строительства и содержания
покрытия из БП в сравнении с АП

Преимущество	Недостатки
Высокая прочность (В 35)	Цена выше, чем АБ в 1,5-2 раза
Значительный межремонтный срок (30—40 лет), для АП, 5 лет	Большое число поперечных швов
Коэффициент сцепления (АП -0,6, БП - 1,1)	Начало эксплуатации (АП - сутки, БП - 28 суток)
Износ покрытия, 0,1—0,2 мм в год	Шумность (АП -0, 5дБ, БП- 5 дБ)
Низкий расход средств на содержание и ремонт	
Отсутствие колеейности	

Зависимость расходов на строительство и содержание аэродромных покрытий из АП и БП, приведено на рис. 1.

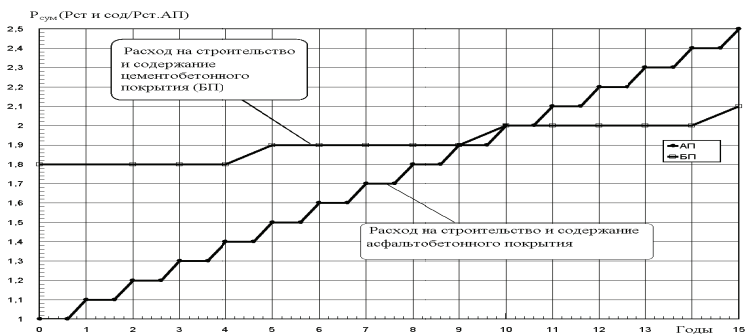


Рис. 1. Зависимость расходов на строительство и содержание аэродромных покрытий из АП и БП

Как видно из табл. 1 и рис. 1, применение БП в качестве покрытия для малых аэродромов, вертодромов, а также подъездных путей очень перспективно. Основным недостатком БП, который влияет на его распространение в качестве покрытий для малых аэродромов и вертодромов – значительное время твердения (28 суток при $t=20^{\circ}\text{C}$). В Украине насчитывается более 50 аэродромов для малых самолетов [2]. Как правило, они являются частным владением и предназначены для получения прибыли (содержание одного самолета обходится в сумму примерно 100 долларов США в месяц, а охраняемая стоянка на аэродроме обходится порядка 360 гривен в месяц) [2]. В связи с этим возникает необходимость в обеспечении максимально быстрого ввода таких аэродромов в эксплуатацию, что ограничивает возможность применения бетона в качестве покрытия.

В настоящее время существуют следующие способы ускорения твердения цементобетона [3]:

1. использование специальных марок цемента;
2. тепловая обработка;
3. применение добавок ускорителей твердения.

Первый и второй способ требует повышенных финансовых средств, для изготовления материала покрытия. Наиболее приемлемым является способ изготовления материала покрытия из бетона с применением добавок ускорителей твердения. В настоящее время такие добавки выпускают практически все специализированные фирмы: MEYCO SA, Delvo Crete (BASF); Sigunit (Sika); Mapequick (Mapei); Centrament Rapid (MC-Bauchemie); Полипласт (Реламикс Торкрет); Эм-Си Баухеми (Центрамент Рапид 640 R и 650R) и др [4].

Как правило, в их состав входят кислоты, щелочи и соли. Для обеспечения защиты арматуры от коррозии целесообразнее использовать щелочные составы. С целью изучения влияния щелочного состава на основе кальцинированной соды (Na_2CO_3) на скорость твердения и физико-механические показатели бетона были проведены экспериментальные исследования.

Целью работы было разработка метода подбора рационального состава бетонной смеси для аэродромов, вертодромов и автомобильных подъездных путей.

Как показали исследования автора [5], введение в состав бетонной смеси (БС) составляет более 5% Na_2CO_3 от веса цемента, что существенно снижает время схватывания раствора (до 17 минут) и значительно затрудняет его использование без регулятора времени схватывания (рис. 2).

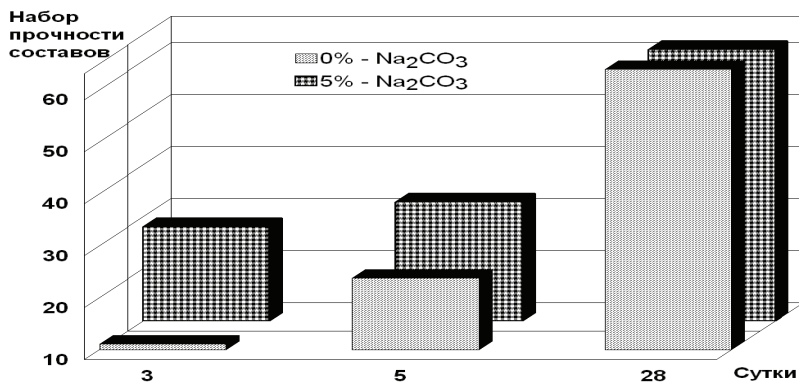


Рис. 2. Зависимости набора прочности состава для БП по времени при введении ускорителя твердения (Na_2CO_3)

В качестве такого регулятора было предложено применение пластифицирующей добавки Marefluid N200.

Изучение свойств материала БП для аэродромов, вертодромов и автомобильных подъездных путей проводились с применением методов планирования эксперимента [6]. Использовался 3-х факторный эксперимент (табл. 2). Факторы и их диапазон изменения выбирался по результатам приведенных в работах [1, 5].

Постоянная часть состава БС включала: портландцемент ПЦ П/А-Ш-500Н (ПАТ«Волинь-Цемент») - 470 кг/м³, щебень гранитный фр. 5-20 - 1055 кг/м³ и песок (Вознесенского карьера, Мкр 2,5) - 578 кг/м³. Контрольные значения прочности при сжатии, изгибе и истираемость было получено по данным испытаний образцов без добавок (контрольных). Были получены следующие значения: прочность при сжатии ($f_{ck.cube0}$) - 49,5 МПа, прочность при изгибе (f_{ctk0}) - 7 МПа, истираемость (G_0) - 0,65 г,см².

В качестве факторов влияния принимались:

x_1 - количество пластификатора Marefluid N200, от 0% до 1% от массы цемента (плотность $1,20 \pm 0,03$ кг/л, производство фирмы Mapel, Италия);

x_2 - количество полипропиленовой фибры MAPEFIBRE NS 12/ NS 18, от 0 до 0,6 кг/м³ (диаметр - 0,34 мкм, длина волокна 12-18 мм, плотность - 0,91 г/м³, прочность на разрыв - 700 МПа, производства фирмы Mapel, Италия);

x_3 - количество ускорителя (Na_2CO_3), от 0 до 5 % от массы цемента

(производства ООО Компания Плазма, Харьков, Украина).

Основная часть.

Опыты проводились в ОГАСА, в следующей последовательности:

- подбор состава и изготовление образцов выполнялся согласно [7];
- на 28 сутки часть образцов размеров 0,1х0,1х0,1 м подверглись испытанию на прочность при сжатии на прессе TESTING PL 100 [7];
- образцы размеров 0,04х0,04х0,16 м подвергались испытанию на прочность при их изгибе по методике [7];
- образцы размеров 0,07х0,07х0,07 м испытывались на истирание, согласно методике [8].

Результаты исследований в безразмерном виде представлены в табл. 2:

- относительная прочность при сжатии $Kf_{ck.cube} = f_{ck.cube}^i / f_{ck.cube}^0$, где $f_{ck.cube}^i$ – значение прочности при сжатии исследуемого образца, $f_{ck.cube}^0$ – значение прочности при сжатии контрольного образца; - относительная прочность при изгибе и истираемость определялась аналогично $Kf_{ctk} = f_{ctk}^i / f_{ctk}^0$; $KG = G^i / G^0$.

Таблица 2

План и результаты эксперимента

№	План эксперимента			Количество добавок			Результаты экспериментов		
	x1	x2	x3	X1	X2	X3	Kfck.cube (МПа)	Kfctk (МПа)	KG (г/см2)
1	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1
2	-1	1	-1	0	0,6	0	1,11	1,67	0,57
3	0	0	-1	0,5	0,3	0	1,09	1,3	0,71
4	1	-1	-1	1	0	0	1,06	1,05	0,97
5	1	1	-1	1	0,6	0	1,12	1,36	0,5
6	-1	0	0	0	0,3	2,5	1,03	1,02	0,73
7	0	-1	0	0,5	0	2,5	1,04	1,08	1,03
8	0	0	0	0,5	0,3	2,5	1,07	1,12	0,77
9	0	1	0	0,5	0,6	2,5	1,03	1,34	0,53
10	1	0	0	1	0,3	2,5	1,05	1,03	0,68
11	-1	-1	1	0	0	5	0,96	1,04	0,98
12	-1	1	1	0	0,6	5	0,99	1,31	0,5
13	0	0	1	0,5	0,3	5	0,97	1,29	0,64
14	1	-1	1	1	0	5	0,95	1,07	1,03
15	1	1	1	1	0,6	5	0,96	1,32	0,46

Проведенные эксперименты позволили рассчитать коэффициенты регрессионных математических моделей, которые описывают следующие показатели материала: $Kf_{ck.cube}$ (1); Kf_{ctk} (2); KG (3):

$$Kf_{ck.cube} = 1,022 - 0,14 x_1 x_3 + 0,021 x_2 - 0,016 x_2 x_3 - 0,055 x_3 \quad (1)$$

$$Kf_{ctk} = 1,142 - 0,123 x_1^2 - 0,047 x_1 x_2 + 0,037 x_1 x_3 + 0,176 x_2 + 0,062 x_2^2 - 0,058 x_2 x_3 - 0,035 x_3 + 0,147 x_3^2 \quad (2)$$

$$KG = 0,721 - 0,014 x_1 - 0,016 x_1^2 + 0,014 x_1 x_3 - 0,245 x_2 + 0,066 x_2^2 - 0,019 x_2 x_3 - 0,014 x_3 - 0,039 x_3^2 \quad (3)$$

Выводы

Исследования показали, что введение в состав бетонной смеси ускорителя Na_2CO_3 (5% от массы цемента) уменьшает время схватывания более чем в 30 раз, а окончания схватывания более чем в 15 раз. Введение в состав бетона пластифицирующей добавки Mapefluid N200 (1% от массы цемента) совместно с полипропиленовой фибры MAPEFIBRE NS 12/ NS 18 (0,6 кг/м³): повышает прочность при сжатии около 10,5%, прочность при изгибе на 39,5%.

Таким образом, предложенный материал для бетонного покрытия с добавками ускорителя, пластификатора и полипропиленовой фибры позволяет значительно снизить сроки изготовления покрытия для аэродромов, вертодромов, а также автомобильных подъездных путей.

Список литературы

1. Бугаев С.В. Морозостойкость современных аэродромных покрытий из бетона / С.В. Бугаев, С.В. Орлов, И.П. Солоненко // Системи обробки інформації ХУПС. Вып. №6 – Харьков: ФОП «АЗАМАЄВ В.Р.» 2010. – С. 60-62.
2. Самолеты приравняют к машинам. По материалам: Подробности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aviation.com.ua/news/375/remote/> (Доступно: 29.03. 2017 г.).
3. Способы ускорения твердения бетона. По материалам: Подробности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tkastrey.ru/fundament/sposoby_uskoreniya_tverdeniya_betona.html (Доступно: 29.03. 2017 г.).
4. Васильев А.С., Барабанников Ю.Г. Эффективность добавок – ускорителей схватывания и твердения для торкрет-бетона. Санкт-Петербург. Инженерно-строительный журнал, №8, 2012. с. 72-78.
5. Коломиец Л.В., Солоненко И.П. Подбор рационального состава бетона для заделки пробоин судна. Azerbaijan State Marine Academy. XI international scientific -technical conference on "Innovative technology in marine transportation" – Baku: 2016. – С С 27-32.
6. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков // – К.: Вища школа, 1989. – 327 с.
7. Бетони. Правила контролю міцності. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. – [Чинний від 2009-12-22]. – К: Держкоммістобудування України, 2009. –15 с.
8. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення стиранності. ДСТУ Б В.2.7-212:2009. – [Чинний від 2010-09-01]. – К: Держкоммістобудування України, 2010. –8 с.

Підвищення ефективності моніторингу покриттів аеродромів шляхом використання поляриметричного методу вимірювання

Досліджується метод вимірювання ухилів та рівності поверхні за зміною площини поляризації, технічні можливості створення засобів реалізації методу. Визначаються шляхи підвищення ефективності моніторингу аеродромного покриття, виявлення його невідповідності вимогам, які виникають під час експлуатації ЗПС.

В даний час в Україні, і в світі загалом, набувають широкого застосування авіаперевезення. Така популярність авіаційних перевезень ставить перед авіаційною галуззю низку завдань: підвищення вантажопідйомності та швидкості польоту літаків, оптимізація маршрутів польоту, збільшення кількості рейсів та уцілювання потоку авіатранспорту, всепогодність та всесезонність польотів та багато інших. Але головним завданням, до цього часу, є завдання підвищення рівня безпеки польотів. Аналіз статистики авіаційних катастроф показує, що найбільш критичними етапами польоту повітряного судна (ПС) є етапи зльоту та посадки. На етап зльоту припадає до 12 % авіакатастроф та авіаційних інцидентів, а на етап посадки – до 49 %. Критичність цих етапів полягає в переході від руху ПС по поверхні злітно-посадкової смуги (ЗПС) до польоту – для етапу зльоту, та в переході від польоту ПС до його руху по поверхні ЗПС – для етапу посадки. При чому на якість цих переходів суттєво впливає стан покриттів аеродрому. Таким чином безпека авіаперевезень у значній мірі залежить від належного стану аеропортів та їх здатності забезпечити відповідні умов для розміщення техніки на території аеродрому та для успішного виконання зльоту та посадки.

Штучне покриття аеродрому в цілому має відповідати наступним критеріям: забезпечувати достатню несучу здатність, забезпечувати хороші експлуатаційні якості, забезпечувати хороші характеристики щеплення, бути довговічним, характеризуватись легкістю обслуговування. Перший критерій стосується структури штучного покриття, другий – геометричної форми верхнього шару поверхні штучного покриття, третій – текстури фактичної поверхні і дренажу покриття, яке знаходиться в мокрому стані, четвертий і п'ятий критерії крім економічного аспекту торкаються придатності штучного покриття для експлуатації повітряного судна. Основними параметрами, які характеризують аеродромне покриття є: поздовжні та поперечні ухили, коефіцієнт щеплення, текстура поверхні, рельєф поверхні та інші. Поздовжні ухили під час зльоту чи посадки створюють складову сили тяжіння літака. Таким чином при рухові літака проти ухилу збільшується довжина розбігу і скорочується довжина пробігу, а при рухові по ухилу довжина розбігу зменшується і збільшується довжина пробігу. Поперечні ухили, з однієї сторони спричиняють зміщення результуючої вектора ваги ПС і вектора підйомної сили вбік, що в свою чергу знижує безпеку польотів, а

з іншої сторони поперечні ухили забезпечують дренаж води з поверхні покриття, що підвищує коефіцієнт щеплення та підвищує безпеку польотів. Значення поперечних та повздовжніх ухилів строго регламентуються для кожного класу ЗПС. Коефіцієнт щеплення на поверхні аеродромного покриття тісно зв'язаний з коефіцієнтом гальмування повітряного судна. Він залежить від наступних факторів: текстури покриття, сезону року, забрудненості покриття, текстури пневматика коліс та інших. Зниження коефіцієнта щеплення веде до зниження рівня безпеки. Текстура поверхні аеродромного покриття – це найбільш важливий аспект поверхні штучного покриття з точки зору характеристик щеплення. Під час зльоту текстура впливає на довжину розбіг ПС через коефіцієнт тертя кочення коліс. А при посадці текстура впливає на довжину пробігу через коефіцієнт тертя гальмування коліс. Під рельєфом розуміються нерівності аеродромного покриття, які виникають в процесі його експлуатації. Оскільки в процесі експлуатації аеродромних поверхонь відбувається зміна параметрів, які його характеризують, то виникає потреба в проведенні періодичного їх моніторингу. Моніторинг текстури ЗПС забезпечує своєчасне проведення робіт по відновленню текстури, це в свою чергу підвищує безпеку і ефективність польотів. Необхідність моніторингу рельєфу викликана тим, що наявність нерівностей обумовлює додатковий рівень динамічних навантажень на конструкцію літака і саме покриття. До того ж ці навантаження зростають зі збільшенням ваги і злітно-посадкової швидкості літака. Це призводить до більш інтенсивного руйнування аеродромного покриття і конструкції літака, особливо шасі і вносить обмеження в злітно-посадкову швидкість і вагу літака. На сьогоднішній день одним з головних стримуючих факторів для збільшення вантажопідйомності літаків та швидкості польоту є неспроможність аеропортів забезпечити необхідні умови для успішного зльоту та посадки і забезпечити відповідні умови розміщення техніки на території аеропорту.

Підвищення інтенсивності руху повітряних суден та скорочення часу для моніторингу аеродромних покриттів призвели до появи двох, здавалося б суперечливих, тенденцій в процесі визначення стану аеродромного покриття: підвищення точності та скорочення часу вимірювань. Більшість з параметрів, за якими проводиться оцінка придатності аеропортів до експлуатації, визначаються за результатами класичних геодезичних вимірювань, які характеризуються відносно високою точністю та низькою швидкістю проведення вимірювань. Тому актуальною є задача розробка методів та приладів на їх основі, що дозволили б забезпечити проведення високоточних вимірювань з високою швидкістю.

Перспективною є розробка методів, що вимірюють мезорельєф всіх типів аеродромного покриття з точністю класичних методів геометричного і тригонометричного нівелювання і швидкодією вимірювань, яку забезпечують супутникові системи. Швидкість вимірювань, тобто автоматизація процесу вимірювань в GPS системах забезпечується тим, що в точці координати якої ми вимірюємо відсутня необхідність фокусування електромагнітного випромінювання, що несе необхідну інформацію. Відпадає необхідність у покрокових вимірах із зупинкою системи, які присутні в точних методах тригонометричного і геометричного вимірювань. Крім того, в точці виміру система вимірює або приймає потрібну інформацію, при цьому відсутні

просторові орієнтири (рівні, акселерометри, гіроскопи), які також вимагають значного часу для відновлення режиму роботи. У супутникових методах інформація знімається за допомогою фазових методів вимірювання параметрів електромагнітного випромінювання, а навігаційні прилади не потрібні, тому що в кожен момент часу координати супутників відомі.

В даний час для вимірювання поздовжнього профілю використовується мікронівелір, в якому використовується електронний акселерометр, що сприймає будь-яке прискорення, в тому числі і гравітаційне. Акселерометр визначає кут нахилу чутливого елемента щодо горизонтального положення. Використовуючи фіксовані, з високою точністю відстані між опорними точками і вимірний кут нахилу в точці виміру, виконуються обчислення і визначається профіль з високою точністю. При проведенні таких вимірів з використанням, наприклад, електронного мікронівеліра Dipstick-2000 були отримані такі результати: на зйомку двох поздовжніх профілів ШЗПС довжиною 2500 м з кроком зйомки 0,5 м витрачається 12-15 год безперервної роботи. За результатами порівняльного аналізу було встановлено, що похибка визначення різниці висот точок, віддалених на відстань до 1 км. при зйомці з кроком 0,5 м. становить не більше 2 мм. При цьому з'являється можливість роботи в темний час доби, тобто в період найменшої інтенсивності польотів, яка практично відсутня при використанні традиційних геодезичних методів.

Наземні вимірювання можна також робити швидко, якщо за аналогією з супутниковими вимірювати не направлення розповсюдження електромагнітної хвилі, а азимут площини поляризації електромагнітної хвилі, тобто використовувати поляриметричні методи вимірювань. У цій роботі пропонується новий метод визначення найбільш важливих геодезичних характеристик ВВП, в першу чергу вимірювання поздовжнього і поперечного профілю, відхилення від горизонту і рівністтю покриття ЗПС. Метод заснований на вимірюванні кута обертання площини поляризації світлового пучка, так званий ізометричний метод. Сучасні поляризатори використовують парамагнітні кристали, які вимагають великі управляючі потужності, і при цьому кут модуляції площини поляризації невеликий, що не дозволяє зробити малогабаритний, малопотужний прилад, що працює при великих засвіченнях. Тобто використання парамагнетиків не дозволяє створити прилад, що працює в польових умовах.

Перспективними матеріалами для використання в фотополариметрах є синтезовані для радіотехнічних цілей феримагнетики, які прозорі не тільки в радіо і НВЧ діапазонах, але і в оптичному, зокрема в ближньому ІЧ діапазоні. Поворот площини поляризації в оптично прозорих феритах досягає 100° і більше при керуючих магнітних полях порядку 100 - 200 А/м. При дослідженні цих матеріалів було виявлено ряд переваг: зокрема різке зниження потужності керуючих сигналів і зменшення вимог до яскравості оптичного каналу за рахунок збільшення кута обертання площини поляризації світла.

Коли було виявлено, що феромагнетики прозорі в ІЧ діапазоні і володіють великим поворотом площини поляризації світлового променя, що проходить через нього, при малих керуючих потужностях, була відпрацьована методика використання цих матеріалів для створення фотополариметра,

здатного працювати в польових умовах. Блок – схема одного з таких фотополяриметрів представлена на рис. 1. До створення фотополяриметра (рис. 1), поляриметричні методи використовувалися в геодезичних вимірюваннях. В 1949 році був розроблений поляризаційний небесний компас для роботи в денний час у районах, близьким до магнітних полюсів Землі, де магнітні комплекси майже непридатні, немає радіоапаратури для визначення напрямку і неможливо пряме спостереження Сонця, наприклад, в умовах сильної, але не суцільної хмарності або коли Сонце вже знаходиться за горизонтом. Його дія заснована на тому факті, що переважний напрямок коливань світла, розсіяного блакитним небом, перпендикулярний площині, в якій знаходиться Сонце і напрямку спостереження. Знайшовши напрямок переважних коливань світла і взявши до уваги час дня, можна визначити дійсний напрям руху. У 1953 році Кембелл описав модифікації цього приладу, призначеного для геологів. Точність приладу 2.

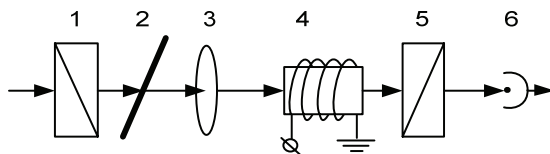


Рис. 1 – Блок-схема фотополяриметра

1 – джерело плоскополяризованого випромінювання; 2 – плоскопаралельна діелектрична пластина; 3 – фокусуюча лінза; 4 – комірка фарадея (модулятор); 5 – аналізатор; 6 – фотоприймач

За допомогою поляриметричного методу вимірювань у наземній геодезії та інших галузях вирішується задача забезпечення високоточного і одночасно неперервного та швидкого процесу вимірювання.

Вираз для гіромагнітного ефекту Фарадея в оптично прозорих феромагнетиках має вигляд:

$$\varphi = \frac{2\pi\sqrt{\varepsilon}}{c} \gamma M, \quad (1)$$

Для світлового променя що пройшов через фотополяриметр (рис.2.) вектор Стокса дорівнює:

$$(\mathbf{V}_e)_{\text{пр}} = [\mathbf{P}_A] \cdot [\mathbf{P}_M] \cdot (\mathbf{V}_i) \quad (2)$$

де $(\mathbf{V}_i) = \Phi_0 (1 \quad \cos 2\alpha \quad \sin 2\alpha \quad 0)$ – вектор Стокса падаючого променя; Φ_0 – енергія світлового потоку на вході системи; $[\mathbf{P}_M]$, $[\mathbf{P}_A]$ – відповідно матриці, що описують властивості модулятора та аналізатора.

На рис. 2. представлена загальна схема поляриметричного методу вимірювання рельєфу поверхні. Аналізатор, розташований на візку приймає плоско поляризоване випромінювання. Площина поляризації (напрямок вектора \vec{E} , електромагнітної компоненти світлового потоку) збігається з площиною платформи, а сам промінь поширюється перпендикулярно площині поляризації. У процесі руху площина платформи і відповідно площина поляризації будуть змінювати свій напрям відповідно до рельєфу покриття.

Кут повороту площини поляризації світла (отже, напрямок платформи і напрям дотичний до рельєфу в області розташування рельєфу) вимірюється за межами рухомої системи в стаціонарних умовах, що дозволяє проводити вимірювання з точністю до десятків секунд. Знаючи напрямок дотичної до рельєфу, обчислюється і сам рельєф. Таким чином, підвищується точність та швидкодія вимірювань.

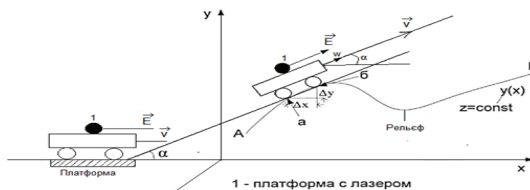


Рис. 2 – Загальна схема поляриметричного методу вимірювання рельєфу поверхні

Запропонований метод забезпечує значне зменшення витрат часу на проведення вимірювальних робіт, так як він передбачає майже повну їх автоматизацію. Метод також забезпечує винесення обробки результатів вимірювання за межі області вимірювань, що дає змогу проводити вимірювання з високою точністю. Він дозволяє при необхідності проводити експрес-моніторинг місцевості, рельєф якої постійно змінюється, наприклад, злітно-посадкової смуги на аеродромі

Висновки

У роботі розглянуті існуючі пристрої для вимірювання рельєфу штучних покриттів аеропортів та запропоновано поляриметричний метод і поляриметричний вимірювач рельєфу поверхні. Використання запропонованого методу дозволить потенційно підвищити точність та швидкодію вимірювань рельєфу штучних покриттів аеропортів, а також дозволить забезпечити їх повну автоматизацію.

Список літератури

1. Лобазов В. Я., Грошев И. В. Системы координат при геодезическом обеспечении аэродромов. – Ж.: Аэропорты. Прогрессивные технологии, № 2, 2004. – с.22-24.
2. Дерюгин И. А. Фотоэлектрический поляриметр инфракрасного диапазона / И. А. Дерюгин, Ю. А. Кузнецов, В. Д. Тронько // Оптика и спектроскопия. – 1970. – Т. 28. – Вып. 2. – С. 415 – 418.
3. Шерклифф У. Поляризованный свет / У. Шерклифф; пер. с англ. под ред. Н. Д. Жевандрова. – М.: Мир, 1965. – 264 с.
4. Городецкий С. И. Топографо-геодезическая жизнь аэродрома.

*К.В. Краюшкіна, канд. тех. наук, Т.Ю. Химерик, канд. тех. наук,
О.В. Скрипченко, Ю.П. Мошковський, С.А. Вакуленко
(Національний Авіаційний Університет, Україна)*

Підвищення транспортно – експлуатаційного стану доріг шляхом використання сучасних матеріалів

Ефективність перевезення вантажів та пасажирів залежить від умов експлуатації автомобільних доріг та їх транспортно – експлуатаційного стану. Утримання автомобільних доріг у задовільному експлуатаційному стані в умовах обмеженого фінансування дорожньої галузі та постійно зростаючих навантажень від транспортних потоків стало складною проблемою.

Водночас поступова інтеграція України в Європейський союз, збільшення міжнародних зв'язків і торгових контрактів висувають все зростаючі вимоги до якості доріг, їхніх транспортно-експлуатаційних характеристик.

Для розробки раціональних методів утримання та ремонту доріг необхідне комплексне дослідження процесів взаємодії всіх технологічних і матеріалознавчих елементів.

Якість проїзної частини автомобільних доріг залежить від дуже багатьох чинників, але найважливішими є фізико-механічні характеристики матеріалів та технологія будівництва. Тому пошук нових матеріалів і вдосконалення технологій є актуальними.

Найпоширеніший тип покриття на автомобільних дорогах високих категорій – асфальтобетонне, отже підвищення його тріщиностійкості, зсувостійкості та міцності є першочерговим завданням.

Досвід суміжних галузей засвідчує, що значно покращити фізико-механічні властивості різних матеріалів можливо шляхом їх армування.

Армування використовується напряме із застосуванням сітчастих або суцільних армуючих прошарків та дисперсне (хаотичне), введенням в асфальтобетонну суміш волокон довжиною 3-5 мм із полімерних або природних матеріалів (фібра).

Починаючи з 80-х років минулого століття у зарубіжних країнах все ширше використовується армування дорожніх покриттів різними сітками: полімерними, скловолонистими, стальними тощо. Таке армування значно покращує тріщиностійкість та зсувостійкість, а отже і довговічність нежорстких покриттів.

Останніми роками в Україні також збільшується використання в різних конструктивних шарах дорожніх конструкцій армуючих прошарків вітчизняного і зарубіжного виробництва це базальтова сітка марки ПСБП-Д, Hatelit, Polifelit та інші.

Як показала практика, армування сітками асфальтобетонних покриттів має цілий ряд переваг: значно підвищується тріщиностійкість покриттів, попереджується подальше розкриття існуючих тріщин, покращується опір зсувним деформаціям, тощо.

Як альтернатива напрямному армуванню в Україні проводяться роботи з розробки технології дисперсного (хаотичного) армування шляхом введення до асфальтобетонної суміші різноманітних волокон.

Найбільш поширене дисперсне армування асфальтобетону шляхом введення азбестових, нейлонових, поліамідних, целюлозних, скляних та базальтових волокон.

Волокна, що використовуються для дисперсного армування асфальтобетону повинні мати такі властивості [1]:

стійкість у часі до дії високих температур (понад 200°C); високу міцність на розрив; стійкість до агресивних речовин; вологостійкість;

здатність легко перемішуватись з іншими компонентами суміші без утворення грудок.

На думку авторів, ще однією необхідною умовою застосування дисперсного армування є достатня адгезія волокон до бітуму при з'єднанні.

Функції волокна, як регулятора в'язкості і армуючого наповнювача бітумів, залежать, головним чином, від діаметру і довжини волокон, а також кількості волокна, доданого до бітуму. Оптимальними розмірами для армування вважаються волокна, що мають діаметр 4...6 мкм і довжину 2...3 мм [2]. Тонші волокна легко ламаються, що призводить до створення дуже коротких відрізків, які майже не впливають на властивості бітуму. Тому рекомендується застосовувати волокна довжиною 3-5 мм, з тим, щоб після руйнування при перемішуванні, отримувати довжину волокон, достатню для забезпечення очікуваного зростання в'язкості в'язучого. Волокна великого діаметру потребують збільшення їх витрат, а довгі викликають труднощі при змішуванні.

У цій роботі мова йде про дисперсне армування асфальтобетону базальтовими волокнами як одну з альтернатив, що дозволила б покращити властивості і експлуатаційні характеристики асфальтобетонних покриттів при незначному збільшенні їхньої вартості.

Базальтові волокна (фібра) мають деякі переваги перед усіма іншими видами волокон: вони мають всі вищенаведені властивості і є вітчизняним матеріалом, що буде сприяти зменшенню вартості асфальтобетонної суміші.

За існуючою в Україні технологією при виробництві базальтових безперервних волокон утворюються відходи - потовщені волокна діаметром 100...250 мкм і довжиною 2...3 мм (фібра). Фізико-механічні властивості базальної фібри наведені в табл.1.

Базальтові волокна були використані для приготування асфальтобетонної суміші.

Асфальтобетонні суміші готувались та випробовувались за стандартними методами відповідно до вимог нормативних документів, діючих в Україні: ДСТУ Б В.2.7-119-2011 "Суміші асфальтобетонні дорожні, аеродромні та асфальтобетон. Технічні умови" та ДСТУ Б В.2.7-89-99 "Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва".

Для порівняльної оцінки результатів випробування базальтових волокон аналогічні випробування зроблені і для асфальтобетонів, армованих акриловими волокнами Доланіт AS.

Таблиця 1.

Порівняльні властивості волокон

Показники	Базальтове волокно	Доланіт AS
Довжина волокон, мм	2...3	6
Діаметр волокна, мкм	100...250	-
Кількість неволокнистих домішок, %	2...3	-
Щільність, г/см ³	2,65	1.18
Стійкість до дії високих температур, оС	700	200
Водостійкість	добра	(короткочасно)
Стійкість до дії кислот	добра	добра
Гігроскопічність, %	до 1	добра
Механічна міцність, Н/мм	4100	до 2
Модуль пружності, МПа	120	330...413
Подовження при розриві, %	5	-
Діаметр волокна, мкм	2...3	14...20

Цей матеріал уже досить широко використовується при будівництві дорожніх покриттів у європейських країнах, зокрема в Австрії при будівництві автомобільної дороги Innthal Autobahn у 1994р., у 1997р. - бетонного мосту Deggendorf. У 1998р.. В Австрії асфальтобетонна суміш із домішками з доланіту використовувалась для будівництва міських вулиць, а в Баварії було укладено в цьому ж році 2500 т аналогічної суміші [1].

Аналіз даних свідчить, що фізико-механічні властивості асфальтобетону значно поліпшуються при введенні дисперсно армуючих домішок. Особливо слід звернути увагу на значне підвищення міцності асфальтобетону при стиску при температурі +50 °С (R50), що свідчить про достатній опір утворенню колійності на дорожніх покриттях в період літніх температур. Той факт, що міцність при стиску при 0 °С (R0) не зростає, навіть знижується (особливо це відмічено у зразках з доланітом), опосередковано свідчить про достатню тріщиностійкість дорожніх покриттів з армованого асфальтобетону.

Взагалі, при дисперсному армуванні асфальтобетонної суміші волокнами доланіту отримано кращі результати. Але, враховуючи співвідношення якості-ціна, можна стверджувати, що вітчизняні матеріали – базальтова фібра може бути успішно використана для підвищення зсувостійкості і тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів.

Проведене практичне впровадження – використання дисперсно-армованої асфальтобетонної суміші на дорогах України, при улаштуванні верхнього шару покриття підтвердило доцільність і необхідність широкомасштабного втілення цього матеріалу. Отриманий результат – позитивний.

Висновки

1. Армування дорожніх нежорстких покриттів (асфальтобетонних) напрямне та дисперсне (хаотичне) сітками або фіброю верхнього і нижнього шарів - це перспективний напрямок, який дозволить значно підвищити транспортно-експлуатаційні властивості автомобільних доріг – міцність, зсувостійкість, тріщиностійкість, тобто довговічність.

2. Застосування напрямного або дисперсного армування повинно вирішуватись на кожному конкретному об'єкті з урахуванням природно-кліматичних і експлуатаційних факторів.

3. Вітчизняні базальтові волокна (фібра) мають переваги у використанні завдяки їх фізико-механічним властивостям і вартості, тому цей напрямок необхідно поширювати для отримання довговічного, технологічного і економічного матеріалу при проведенні будівельних і ремонтних робіт.

Список літератури

1. Савенко В.Я., Каськів В.І., Артеменко К.Е. Дисперсне армування асфальтобетону - альтернатива застосуванню модифікованих бітумів/Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2001 Вип 62 — С.53-56

2. Вирожемський В.К., Химерик Т.Ю., Краюшкіна К.В.. Дисперсно армований асфальтобетон - довговічний матеріал для руху транспорту та пішоходів // Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник Центрального наукового центру Транспортної Академії України. - 2001. -Вип.4-С. 101-103.

*Valerii Pershakov, PhD, Andrei Bielyatynskiy, PhD, Evheniy Bakulin Ph.D.,
Valentyna Bakulina, assistant, Gregory Bolotov, PhD,
Ivanna Popovych, postgraduate student
(National Aviation University, Ukraine)*

Problems and anti fire hazard fire resistance of high-rise buildings

Considered structuring of existing approaches to solving problems in combating fire hazards and fire high-rise buildings, resistance to progressive collapse of buildings that justified tendency security construction projects for people and the environment. Ensuring trouble-free operation of existing and construction of tall buildings requires the ability to predict their behavior in the event of an emergency (partial loss of the bearing capacity, fire, earthquake and etc.).

The Department of airports and road reconstruction Education Research Institute of the National Aviation University Airports published two new monograph edited PhD, Professor V.M. Pershakov, publishing house NAU:

Part 1 Experience in design, construction and operation. - Kyiv: NAU, 2016. - 104 p.

The following history of the development and building construction and civil engineering. LED record the highest and the best and unique high-rise buildings in the world. Presents the trends of high-rise house-building. Winners are given global competition eVolo Skyscraper high-rise architecture of the future, which took place on 23 March 2016.

For scientists, engineers and technicians, staff research, design, construction companies and building and students of higher educational institutions and faculties.

Contents *Part 1* includes:

- introduction, terms and symbols;
- history and development of high-rise house-building;
- the highest building in the world;
- record high-rise buildings in the world;
- the best tall buildings in the world;
- a unique high-rise buildings in the world;
- high-rise house building trends;
- the winners of the global contest altitude architecture of the future;
- list of references.

Part 2. CAUSES AND EFFECTSC DESTRUCTION OF TALL BUILDINGS FROM A FIRE.- K .: NAU, 2017. - 282 p.

The reasons and consequences of the destruction of tall buildings from fire, as well as analysis of extinguishing fires and rescue people from tall buildings in case of fire. The review of regulatory documents and publications on combating fire hazards and fire high-rise buildings.

For scientists, engineers and technicians, staff research, design, construction companies and building and students of higher educational institutions and faculties.

Contents *Part 2* includes:

- introduction, terms and symbols.

Chapter 1. The causes and consequences of the destruction of tall buildings from a fire:

- anthology worldwide fires, fires - disaster in world history;
- statistics worldwide fires, the element of fire;
- fire in high-rise buildings "Grozny-City";
- stunning photos of the construction of skyscrapers in New York.

Chapter 2. Analysis of combating fire hazards and fire high-rise buildings:

- fire protection tall buildings;
- basic requirements for fire resistance of high-rise buildings;
- analysis of the causes and consequences of the destruction of tall buildings due to fire;

- specificity fire hazard tall buildings;
- fire protection system (SDR) tall buildings, tragedy fires high-rise buildings in the world;

- determining the effects of fire and fire risk, fire-and explosion safety;
- the degree of fire resistance of buildings;
- fire danger, fire resistance of high-rise buildings, fire safety classification of fires;

- fire technical and organizational measures, fire-rise buildings;
- american school of architecture, new fireproof constructions.

Chapter 3. Analysis of extinguishing fires and rescue people from tall buildings in case of fire:

- fighting in buildings increased heights;
- rescue people from tall buildings in case of fire;
- fire resistance of multi-storey buildings;
- causes and types of fires, safe height - building skyscrapers;
- fire safety of tall buildings;
- fighting in buildings increased heights;
- floors and the degree of fire resistance;
- problems with the evacuation of tall buildings during fires;
- list of references.

The one who does not think about the distant difficulties,
certainly waiting for close troubles.

Confucius

Ensuring fire safety is an integral part of state policy of any country to protect human life and health, national wealth and the environment. Every fire has a negative impact both directly to the person affected and for society as a whole. The fires directly caused the destruction of property, endangering the lives and health of people, but most importantly - cause significant and sometimes fatal damage to the environment.

At the end of XX century on land registered annually about 7 million. fires, at which killed nearly 70 thousand. People in fact, the fires in the world there is a lot more, but many fires (especially small) for various reasons are not registered.

According to world statistics data of one who died in a fire trauma accounts for 25-30 who received burns and injuries of varying degrees. Loss for the treatment

of people suffered burn injuries and fires requiring prolonged and expensive treatment, make up about 21% of total losses set fires.

Today, when mankind has entered the third millennium its long history, the issue of fire safety remain relevant. Every five seconds in the world there is a fire, and in Ukraine - every 10 minutes. During one day in Ukraine there is 120-140 fires, which killed 6-7, 3-4 are injured; Fire destroyed buildings 32-36, 4-5 units. Daily loss from the fires is 500 thousand UAH.

Despite significant advances in science and technology, mankind has found absolutely perfect facilities for fire safety. The problem of fires is global in scope, affects not only national but also international interests. In today's industrial environment - financial, human and material losses from the fires are burdensome for the economies of the world.

To ensure effective fire protection annually each country allocates more funds to basic research, maintenance of fire protection and prevention of fires. According fires and their effects cause significant damage to the entire global economy. Thus, in terms of social, economic and environmental consequences of losses from fires, actualizes the problem of effective fire protection safety of people, property and the preservation of the ecological environment of each country.

Fire risk shows that in Ukraine there every year more than 50 thousand. Fires, which killed people and property damage exceeds 20 million UAH., Consequential damages 20 times larger. Mostly such alarming statistics due to the increasing fire risk buildings and structures that are erected and operated by changing production technology, increasing the number of storeys and density of development, changing traditional and material-technology construction of houses in new advanced technologies with efficient building materials of wood, plastics, polymers , metal, etc. and. The above materials are highly sensitive to high temperatures and fire. Metal structures under fire exposure quickly heated to the critical temperature, leading to the loss of carrying capacity and destruction.

In practice, the flammability of the materials used and low fire resistance of building structures are the main cause significant property damage and loss of life in fires. Therefore, reducing the flammability of materials and improve the fire resistance of building structures is actual scientific and technical problem, part of the State program of fire safety in Ukraine.

The growing number of fires and fire hazard buildings and structures raises the need for special preventive measures. However, the development of effective measures largely depends on the correct assessment of fire danger and fire resistance of constructions materials. To determine the nature of the material handling and construction, assessment of the means of fire protection and high temperature firing conducting tests.

In world practice now fire risk assessment of building materials studied more than 200 methods. Noteworthy methods for evaluating flammability of materials in developed countries: UK, Germany, France, USA and CIS countries. Unfortunately, the general trend in the development of common evaluation indicators and flammability of materials are significant differences and contradictions in their definition. Thus, in determining one of the most important criteria - flammability, because of the diversity and differences methodical approach

practically impossible to talk about obtaining unambiguous results and their reliability, which complicates and hinders international cooperation. Assessment of fire resistance of building structures are in two directions - a pilot evaluation of methods, designs patterns, designs and calculation methods for assessing the fire resistance of structures.

The analysis methods for assessing fire resistance of structures showed that along with the advantages of the methods are recommended, they also have significant drawbacks: considerable variation in the data (20% or more), high cost, complexity of work, low efficiency to accumulate and generalization of data, and others.

Due to the significant deterioration of assets in the country, and therefore the increasing number of accidents manmade ensure structural safety of building systems is becoming increasingly important.

Statistics show that 80% of accidents occur in the construction of the collapse of supporting structures of the object, arising in consequence of human errors, admitted in the design, construction and operation of buildings or structures. These errors form the inner (object) the risk of accidents, the value of which depends on the duration of use (resource) structure. In addition to anthropogenic factors (explosions, fires, traffic accidents, falling crane, local overload of structures, error designers, negligent builders etc.), There are also natural factors (seismic, the occurrence of karst failures in the foundations of buildings, landslides, hurricanes, etc.), because of the influence which may cause partial or total destruction of the building.

Currently, Ukraine in solving this problem has been paid more attention. But the main part is staging publications (representative) character. We also know that the account of and comply with all the requirements of regulations does not provide the required level of reliability of the building. The rules establish only the minimum level of safe operation and longevity of structures using complex factors that so far remain empirical. In fact, these factors provide the design stage designs their lifetime.

Lack of reasonable method of calculation of the individual components and systems exposed to a combined emergency influences sometimes lead to unreasonably inflated margin and, consequently, to a significant material cost overruns, but neglect such a way often leads to serious social consequences and great material damage. Designing, taking into account the combined load and the likelihood of their occurrence, can increase the "vitality" of buildings during emergency effects.

Recently, the problem has become very serious risk value and to date has attracted increasing attention of specialists in different areas of knowledge. This concept is so peculiar as security and reliability, the term "reliability", "danger" and "risk" often combines.

The main purpose of the analysis of reliability and safety associated with it is to reduce failures (especially traumatic) and related casualties, economic losses and disturbances in the environment.

The proposed monograph is an overview and will develop four parts, two of which have already been issued. It is planned for publication:

Part 3: CIRCUIT DESIGN FEATURES AND STRUCTURES THREE-DIMENSIONAL HIGH-RISE BUILDINGS. In this part provides an overview of publications worldwide experience of designing tall buildings, the evolution of structural systems and circuits from high heights of buildings to ultra-high skyscrapers and modern design features described three-dimensional structures and architectural and design solutions.

Part 4: CALCULATION METHOD, DESIGN AND EXPERT-FIRE MENTAL RESEARCH STRUCTURES TALL BUILDINGS. In this part of the stated features calculation methods, design of skeletons of high-rise buildings on the basis of fire hazard and fire, the experimental studies, existing guidelines and standards based counter fire hazard and fire high-rise buildings and justified the problem and identified research problems of survivability, reliability, stability, seismic, security, technical state of constructions skeletons of tall buildings.

Finally, we note that, on the whole, the monograph is aimed at structuring the existing approaches to solving problems on the problems of combating fire hazards and fire high-rise buildings, buildings resistance to progressive collapse that justified tendency security construction projects for people and the environment. Ensuring trouble-free operation of existing and construction of tall buildings requires the ability to predict their behavior in the event of an emergency (partial loss of the bearing capacity, fire, earthquake and etc.).

The monograph (Part 1.2) is composed of a group of authors National Aviation University and the National University of Life and Environmental Sciences.

References

1. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Частина 1. Досвід проектування, будівництва та експлуатації. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О. Монографія.--К.: Видавництво НАУ, 2016. - 104 с.
2. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Частина 2. Причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню / Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А., Болотов Г. І., Попович І. О. Монографія.--К.: Видавництво НАУ, 2017. - 270 с.
3. ДБН В.1.1–7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва / [Чинний від 2003-05-01]. – Мінбуд України. – К.: Держбуд України, 2002. – 87 с. (Національний стандарт України).
4. ДБН В.1.2–7–2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіонбуд України. 2008. – 53 с.

С. Ю. Тимкина, В.С. Степура, к. е. н., А.М. Тимкина
(Национальный авиационный университет, Украина)

Определение вариантов строительства дорог на основе сравнительной экономической эффективности

В строительстве и реконструкции автодорог эффективность капитальных инвестиций имеет решающее значение - выбор и экономическое обоснование наиболее приемлемого варианта; решение социально-экономических задач в плановый период и в общей перспективе; установление приоритетов и графика строительства и реконструкции отдельных участков; экономическая

Постановка задачи. При обосновании принципиального направления трассы автомобильной дороги между заданными пунктами устанавливают следующие технические параметры вариантов: длины участков; характеристики рельефа местности каждого из участков; состав дорожного движения; средние технические скорости автомобилей различных типов; категорию дороги; тип дорожного покрытия.

При технико-экономическом обосновании вариантов в проектах реконструкции автомобильных дорог (капитального ремонта) устанавливают параметры, отражающие состояние существующей дороги: интенсивность и состав движения; скорости движения автомобилей в транспортном потоке; количественные показатели о дорожно-транспортных происшествиях; показатели о количестве и качестве земель, изымаемых при реконструкции; показатели состояния дорожных одежд и покрытий.

Скорости движения транспортных потоков, линейные графики коэффициентов аварийности, графики ДТП и другие сведения необходимые для сравнения и выбора вариантов, получают на основании методик, изложенных в действующих нормативно-технических документах.

Решение поставленной задачи. Средневзвешенное для варианта значение технической скорости автомобиля j -го типа, определяется по формуле:

$$v_j = \sum_i v_{ij} / \sum_i N_{ij}, \quad (1)$$

где v_{ij} - скорость автомобиля j -го типа на участке i ; N_{ij} - среднегодовая суточная интенсивность движения на каждом из i участков с различными характеристиками рельефа автомобилей j -го типа.

При обосновании отступлений от ДБН В.2.3-4-2015 в части ширины и числа полос движения, варианты ширины полосы назначают исходя из состава движения по дороге, расчетных скоростей транспортных средств и габаритных размеров автомобилей. При смешанном составе транспортного потока расчетом определяют ширину полосы движения для каждого типа автомобилей. Для сравнения принимают варианты ширины проезжей части, обеспечивающие возможность движения с расчетными скоростями для сочетаний следующих типов автомобилей: легкового с легковым; легкового с грузовым.

При определении поперечного профиля с краевыми полосами их ширину необходимо включать в ширины проезжей части для сравниваемых вариантов.

Расчеты сравнительной экономической эффективности при обосновании ширины проезжей части автомобильных дорог рекомендуется вести в следующей последовательности.

Назначают вариант ширины проезжей части. Для дорог с двумя полосами движения рассматривают варианты, предусматривающие увеличение ширины проезжей части до 8-9 м.

Для каждого из вариантов уточняют объемы и стоимость работ, определяют средние скорости транспортных потоков и рассчитывают вероятное число ДТП.

Вычисляют показатели единовременных и текущих затрат и выполняют расчеты сравнительной эффективности капитальных вложений.

При определении текущих расходов по вариантам следует исходить из скоростей движения потоков автомобилей, обусловленных выражением

$$v = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot v_{nm}, \quad (2)$$

где v_{nm} - средняя скорость движения транспортного потока, вычисленная с учетом категории дороги, типа дорожного покрытия, характера рельефа местности и состава транспортного потока, км/ч; τ_1 - коэффициент, учитывающий влияние ширины проезжей части: при $B_{ш} < 7,5$ м, $\tau_1 = 1, 43 - 0,375 B_{ш} + 0,416 B_{ш}^2$; при $B_{ш} > 7,5$ м, $\tau_1 = 0,77 + 0,0307 B_{ш}$; $B_{ш}$ - ширина проезжей части, м; τ_2 - коэффициент, учитывающий влияние ширины обочин: $\tau_2 = 0,603 + 0,175 B_{об} + 0,019 B_{об}^2$; $B_{об}$ - ширина обочины, м; τ_3 - коэффициент, учитывающий влияние количества полос движения на скорость транспортного потока.

При определении количества ДТП (a_d) на 1 млн. авт.- км вычисления ведут по формулам:

- для дорог с двумя полосами движения (аварий/млн. авт.-км)

$$a_d = \left[0,15 \cdot 10^{-3} N_p - 0,63 \cdot 10^{-5} \cdot (\varepsilon \cdot N_p)^2 + 0,14 \cdot 10^{-7} \cdot (\varepsilon \cdot N_p)^3 \right] \cdot M_d \quad (3)$$

- для дорог с числом полос движения более двух

$$a_d = \left\{ 0,90 + 0,94 \cdot 10^{-5} \cdot N_p \right\} \cdot M_d, \quad (4)$$

где N_p - интенсивность движения расчетного года, авт/сут; ε - коэффициент перехода от среднегодовой суточной расчетной часовой интенсивности ($\varepsilon = 0,076$) M_d - коэффициент, учитывающий влияние элементов автомобильных дорог на аварийность:

$$M_d = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (5)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий влияние ширины проезжей части дорог при количестве полос движения до четырех (при числе полос движения 4 и более, его принимают равным 1,0) $k_1 = 428,015 B_{ш}^{3,169} + 0,317$; k_2 - коэффициент, учитывающий изменение ширины обочин: $k_2 = 3,831 - 1,527 B_{об} + 0,193 B_{об}^2$; k_3 - коэффициент, учитывающий число полос движения.

При необходимости определяют и другие частные коэффициенты: видимость дороги, радиус кривых, пересечение на одном уровне, расстояние

от населенных пунктов и т.д.

Оптимальную конструкцию дорожной одежды из числа вариантов с одинаковыми транспортно-эксплуатационными показателями выбирают по минимуму суммарных приведенных дорожных расходов, которые определяются в зависимости от времени осуществления затрат.

Если единовременные затраты осуществляются многократно, а текущие расходы меняются во времени, показателем лучшего варианта является минимум приведенных затрат (P_{np}) за период сравнения вариантов:

$$P_{np} = K_{np} \cdot E_n \sum_1^{t_c} \frac{1}{(1 + E_{нп})^t} + \sum_1^{t_c} \frac{Z_t}{(1 + E_{нп})^t}, \quad (6)$$

где K_{np} - приведение к одному базовому моменту времени единовременные затраты по варианту; E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в народное хозяйство; $E_{нп}$ - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений отдельно взятой отрасли; Z_t - текущие расходы по варианту в t -м году (t_c - срок сравнения вариантов по годам); t - число лет между базовым годом и годом осуществления затрат.

При небольшом числе вариантов (2-3) и при условии, что в каждом из сравниваемых вариантов единовременные затраты в течение срока делают только один раз - в его начале, то показателем лучшего варианта будет минимум годовых приведенных затрат:

$$P_{np}^{год} = E_n \cdot K + Z, \quad (7)$$

где K - единовременные затраты по варианту; Z - годовые текущие затраты по варианту или затрат вычисленных по упрощенной формуле:

$$P_{np}^{год} = K + T_n \cdot Z, \quad (8)$$

где $T_n = 1/E_n$ - нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений за счет экономии на текущих затратах; или возможное последовательное сравнение затрат по следующим формулам.

$$E = \frac{Z_1 - Z_2}{K_2 - K_1}; \quad T = \frac{K_2 - K_1}{Z_1 - Z_2}, \quad (9)$$

где K_1, K_2 - единовременные затраты по сравниваемым вариантам; Z_1, Z_2 - текущие расходы по сравниваемым вариантам.

Если $E > E_n$ или $T < T_n$, то дополнительные единовременные затраты, а следовательно, и более капиталоемкий вариант эффективны.

При сравнении вариантов с неодинаковыми транспортно-эксплуатационными показателями в состав суммарных приведенных затрат включают также транспортные расходы.

Скорость движения транспортных потоков при технико-экономическом сравнении вариантов рекомендуется определять следующим расчетом:

$$V_p = v[V_{nm} - f(E_y, S, N_{60})], \quad (10)$$

где v - показатель, учитывающий изменение скорости движения при различном эксплуатационном состоянии дорожного покрытия

$$\nu = 365^{-1} \sum m_i g_i, \quad (11)$$

где m_i - число дней эксплуатации с различным состоянием дорожного покрытия в течение календарного года; g_i - коэффициент снижения скорости при различном состоянии дорожного покрытия; V_{nm} - средняя скорость транспортного потока; E_y - модуль упругости дорожной одежды; S - состояния дорожного покрытия; $N_{\delta\delta}$ - интенсивность безопасного движения; $f(E_y, S, N_{\delta\delta})$ - средняя техническая скорость автомобилей для покрытия капитального типа с учетом характеристик местности

$$f(E_y, S, N_{\delta\delta}) = \delta [0,5 N_1 \psi_{\delta\delta} \alpha_s \varphi(t_1) + \beta_s], \quad (12)$$

где δ - коэффициент, характеризующий влияние прочности дорожной одежды на скорость движения; α_s и β_s - коэффициенты, характеризующие влияние состояния дорожной одежды на скорость движения; N_1 - интенсивность движения выходного года, авт./сут.; $\psi_{\delta\delta}$ - показатель, характеризующий влияние участников движения на эксплуатационное состояние дорожной одежды и на скорость движения.

$$\psi_{\delta\delta} = 365 \cdot 10^{-4} \sum (G_j + \Gamma_j \nu_j \beta_j) J_j, \quad (13)$$

где G_j - масса j -го автомобиля в незагруженном состоянии, т; Γ_j - номинальная грузоподъемность (пассажировместимость) каждого из j -го автомобиля, т; ν_j - коэффициент изменения скорости движения автомобилей j -го типа; β_j - коэффициент использования грузоподъемности (пассажировместимости) и пробега j -го автомобиля; J_j - число автомобилей j -го типа в составе транспортного потока, в долях единицы.

Коэффициент ухудшения состояния покрытия определяется по формуле:

$$\varphi(t_1) = (q \ln q) \cdot (q^{t_1} - 1), \quad (14)$$

где t_1 - межремонтный период, год; q - коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения (при росте интенсивности по закону сложных процентов).

Во время реконструкции (капитального ремонта) автомобильной дороги возможны различные пересечения, затраты на устройство которых должны учитываться при определении текущих расходов.

Сравниваемые варианты пересечений обычно характеризуются различными скоростями движения, потерями времени автомобилей при простоях, разной длиной пробега автомобилей при общих для всех вариантов границ.

Капиталовложения в автомобильный транспорт в пределах пересечений, необходимые для осуществления перевозок грузов и пассажиров в t -м году определяются по формуле:

$$K_{t.a.} = \frac{365A}{T_a} \left(\sum \frac{L_i N_{ii}}{\nu_i} + \sum_l^{24} t_{np} \right), \quad (15)$$

где A - затраты на эксплуатацию всех видов автомобильного транспорта; T_a - время эксплуатации автомобильного транспорта; N_{ii} - среднегодовая суточная

интенсивность движения в t -м году на пересечении в i -том направлении, авт./сут; v_i и L_i – соответственно скорость, км/ч, и путь пробега, км, автомобилей на пересечении в i -том направлении; t_{np} – затраты времени при остановке автомобилей у пересечения авт./ч.

Размеры автотранспортных затрат на пересечениях автомобильных дорог рекомендуется определять по формуле

$$C_{таа} = 365 \left[\sum_i N_i L_i S_i + \sum_1^{24} t_{np} S_{np} \right] \quad (16)$$

где S_i - средняя стоимость 1 т-км в i -том направления на пересечении, коп/ авт-км; S_{np} - расходная ставка во время стояния автомобилей с работающим двигателем, коп/авт-ч.

Суммарное время простоя автомобилей у пересечения с железной дорогой на одном уровне в авт.-ч в течении одного года определяем по формуле

$$t_{nt} = 0,005 M_n N_t t_{закр} \left(1 + \frac{0,1 N_t}{60 m} \right), \quad (17)$$

где M_n - число поездов в сутки; N_t - суточная интенсивность движения; $t_{закр}$ - продолжительность закрытия переезда при проезде одного поезда, мин.; m - пропускная способность переезда, авт./мин.

Необходимые для расчетов текущих расходов годовые потери времени транспортных потоков в авт.-ч, вызванные снижением скоростей движения в пределах зоны влияния пересечения, могут быть определены по формуле:

$$t_{н.ж.} = 365 N_t \left(\frac{L_n}{v_{cp}} - \frac{L_n}{v_m} \right), \quad (18)$$

где N_t - среднегодовая суточная интенсивность движения по автомобильной дороге в t -м году; L_n - протяженность зоны влияния переезда на скорости движения транспортного потока, км; v_{cp} - средняя скорость автомобилей в зоне влияния пересечения определяется

$$v_{cp} = 0,5(v_m + v_{пер}) \quad (19)$$

где V_m - скорость движения автомобилей транспортного потока через переезд, км / ч; $V_{пер}$ - скорость движения автомобилей вне зоны влияния пересечения, км / ч.

Выводы

Как показали экспериментальные расчёты по определению экономической эффективности капитальных вложений, приведенный алгоритм, возможно использовать на этапе определения сравнительной экономической эффективности или выборе оптимального варианта строительства дорог.

Список литературы

1. Степура В.С., Белятинский А.А., Кужель Н.В. Основы эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов. - К.: НАУ, 2013. - 204с.

Культурно-історичні цінності та природа як основні джерела пошуку ідей для архітектури аеропортів

Анотація. Архітектура являє собою невід'ємну частину культурного спадку будь-якої нації. Тому зараз, коли економіка та більшість сфер діяльності життя є міжнародними, архітектори все більше і більше надихаються автентичною архітектурою в сучасній інтерпретації.

Аеропорти, архітектура яких, насамперед, підпорядкована технологічним вимогам та вимогам безпеки польотів, є дивовижними зразками пошуку креативних ідей, залучення сучасних будівельних технологій, конструкцій, матеріалів та систем тощо.

Оригінальними за архітектурними рішеннями можуть бути окремі будівлі та споруди (пасажирські термінали, вантажні термінали, аеродромно-диспетчерські вишки та ін.) або комплекси будівель та споруд.

Для їх проектування та будівництва залучаються відомі спеціалісти, архітектурні бюро та ін. Завдяки їх натхненню з'являються унікальні за архітектурно-художнім вирішенням об'єкти, які виконують функції обслуговування авіаційних перевезень на дуже високому рівні.

Міжнародний аеропорт в м. Едмонтон (Канада) є п'ятим за величиною та пропускнуою спроможністю - понад 6 млн. пас. на рік (рис. 1). Аеропорт знаходиться на відкритій місцевості за межами міста, являючись його архітектурним акцентом.



Рис. 1. Міжнародний аеропорт, м. Едмонтон¹

¹<http://www.dialogdesign.ca/open-dialog/flying-ace-edmonton-airport-tower-takes-home-cea-award-excellence/>

В 2013 році відбулося розширення аеропорту (компанія Charge, під керівництвом архітектора Стівена Бойда).

Безкраї простори та дивовижної краси ландшафти Канади, надихнули Стівена Бойда на створення подібного образу, який яскраво прослідковується в металевих звивистих «стрічках» фасаду. Скульптурно виконаний він більше, ніж просто естетична облицювання. Зовнішня частина будівлі виконана з титан-цинку і була розроблена так, щоб забезпечити оптимальне пасивне затінення південної і західної частини будівлі, забезпечуючи максимум світла з півночі. «Стрічки» забезпечують тінь в літній період. Також значну увагу приділено конструктивній частині, таких як використання матеріалів, які не містять ЛОВ (летючих органічних речовин), особливості збору дощової води. Облицювання фасаду виконано з 91 тонни сіро-блакитних пластин сталі. В березні 2013 року почала працювати нова восьмиповерхова аеродромно-диспетчерська вежа (АДВ), яка завдяки своїй незвичній формі, по праву вважається унікальною.

Окрім блоку управління та офісних приміщень в будівлі передбачено оновлене відділення обробки багажу, що здатне відправити його в будь-яку точку аеропорту з гарантією максимального захисту. На поверххах АДВ розміщено 13 нових магазинів та ресторанів, є оглядовий майданчик, що забезпечує пасажиром та службовим працівникам прекрасний вид на льотне поле. Інтер'єр будівлі також віддзеркалює місцевий ландшафт. Завдяки дизайнеру Майку Вайнмастеру було висаджено майже вісім тисяч одиниць рослин, серед яких представлено 32 різних види [1].

Ще одним прикладом створення неповторного образу АДВ є Новий аеропорт Стамбула (рис. 2), або як його ще називають Третій аеропорт Стамбула (Туреччина).

Туреччина прагла створити АДВ, яка стала б не тільки важливою функціональною ланкою одного з найбільших аеропортів світу, а й новим образом міста, відродила історію, а також нагадала велич держави в цілому. В конкурсі на даний проект взяли участь такі відомі архітектори як Заха Хадід (студія Zaha Hadid Architects), Моше Сафді (студія Safdie), Массіміліано Фуксас, Ніколас Грімшоу (студія Nordic Office of Architecture), а також Роберт Метью та Джонсон Маршал (студія RMJM) [2-3].

Кожен з учасників конкурсу надихався, при створенні образу, місцевими символами. Так, Заха Хадід черпала натхнення з танців дервішів, RMJM – польоту чайок, Моше Сафді – османських геометричних візерунків, Массіміліано Фуксас – мінаретів, Ніколас Грімшоу – прилеглих будівель аеровокзалів (рис.2). Перемогу здобула британська архітектор і дизайнер Заха Хадід.

За формою будівля нагадуватиме фенікса - архітектори хочуть пов'язати будівлі нового аеровокзалу з вже існуючим аеропортом Шоуду (Пекін, Китай), форма якого нагадує іншу міфічну тварину – китайського дракона.

Нова вежа АДВ, висотою 96 м, буде чітко продивлятися з будь-якої точки повітряних воріт Стамбула, поєднуючи різноманіття турецької культури, динамізму та романтики.



Рис. 2. Конкурсні проекти АДВ в Стамбулі²

2 - <http://imarpanosu.com/3-havalimani-kulesi-hangisi-olsun/>

Це не поодинокі приклади. Вже будуються:

- аеропорт «Hanimaadhoo» (Мальдіви) (проектна компанія Naptic Architects, під керівництвом архітекторів Томаса Стокка і Скота Грейді, рис. 3, а) [4, 5];
- аеропорт «Moshe Safdie's Jewel Changi» (будівельна компанія «Safdie Architects»), який наразі знаходиться у процесі будівництва в аеропорту «Changi» (Сингапур, Індонезія, рис. 3, б) [4, 5] та ін.

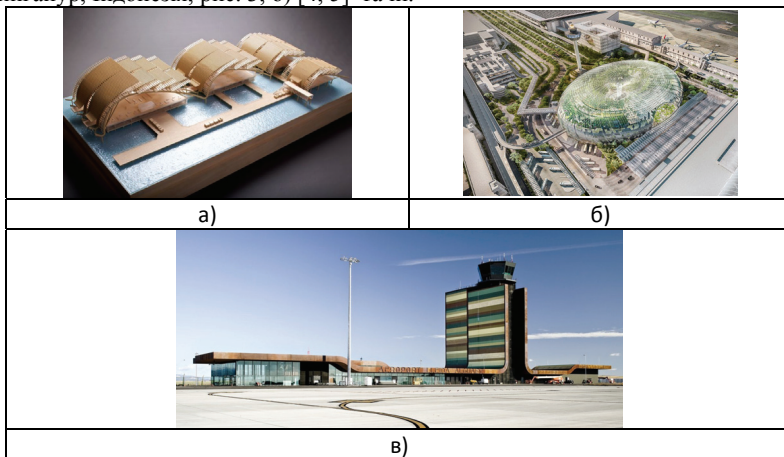


Рис. 3. Приклади оригінального вирішення образів сучасних аеропортів

Аеропорт Льейда - Алгуайра (Каталонія, Іспанія, рис. 3, в) (архітектурна компанія «Fermin Vazquez Arquitectos» під керівництвом іспанського архітектора Ферміна Васкеса, був відкритий у січні 2010 року.

Висновки

Не дивлячись на всесвітню глобалізацію, сучасні архітектори намагаються зберегти самобутність тієї чи іншої країни. Задля цього при створенні нових об'єктів архітектури, в т. ч. будівель та споруд аеропортів, вони все частіше

надихаються культурно-історичними здобутками нації та її природніми ландшафтами.

Список літератури

1. Asgford, N. J.; Mumayiz, S.; Wright, P. H. 2011. Airport engineering: planning, design, and development of 21 st century airports. Ed 4. 754 p. (in Canada).
2. Traffic Control Tower at Istanbul New Airport. – [Електронний ресурс] / Довідково-інформаційний інтернет-портал archdaily.com, 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.archdaily.com/778486/hadid-and-safdie-among-6-competing-to-design-traffic-control-tower-at-istanbul-new-airport>. – Загл. з екрана. – Мов. англ.
3. «Green» building complex - accents architecture modern airport/ A. Volkova, G. Agieieva// International scientific - practical conference of young scientists «BUILD-MASTER-CLASS-2016» 16-18 of November 2016: Conference program and proceedings. - P.69-70.
4. «Природна» складова архітектури сучасних аеропортів / А. В. Волкова, Г. М. Агєєва// Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Архітектура та екологія», 31 жовтня - 1 листопада 2016 р., м.Київ. – К.: НАУ, 2016. - С.64-65.
5. Аеропорти майбутнього або основні тенденції взаємодії екології та архітектури / А.В.Волкова, Г.М.Агєєва // Матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. «Архітектура та екологія», 16-18 листопада 2015 р., м.Київ. – К.: НАУ, 2015. С.39-40.

Ю.О. Дорошенко, д.т.н., проф.

Т.В. Тихонова, к.п.н., доц.

Л.В. Осіпа, к.п.н., доц.

(Національний авіаційний університет, Україна)

Конструювання змісту інформаційно-технологічних навчальних дисциплін у системі вищої архітектурної освіти

Анотація. У публікації розкриваються особливості конструювання змісту інформаційно-технологічних навчальних дисциплін у системі вищої архітектурної освіти. Пропонується процес дидактичного конструювання ІТ-дисципліни поділити на три стадії. Показано реалізацію запропонованої інновації на прикладі дисципліни «Інформатика та основи комп'ютерного моделювання».

Глобалізація, технологізація та інформатизація, що нині набули загальносвітового характеру і проявляються практично в усіх сферах і аспектах людської життєдіяльності, здійснюють суттєвий вплив на архітектуру і архітектурну діяльність, видозмінюючи та збагачуючи її зміст, оновлюючи інструментальні засоби і методи творчої праці архітектора та значно розширюючи можливості щодо створення нових архітектурних творів та формування сучасних архітектурних середовищ. При цьому значна роль у названих вище модернізаційних процесах відводиться інформаційно-комунікаційним технологіям (ІКТ) у всьому їх розмаїтті, які навіть у такій консервативній сфері, як архітектура, помітно змінюють характер, зміст і результат архітектурного проектування з обов'язковим збереженням креативності і багатоаспектності діяльності архітектора.

Тому успішність діяльності сучасного архітектора значною мірою залежить від рівня його фахово-інформатичної компетентності, формування якої передбачає опанування сучасних комп'ютерних технологій, що застосовуються на різних етапах архітектурного проектування та для статичної і динамічної презентації його результатів, та відповідних інструментальних програмних засобів.

Тому важливою складовою вищої архітектурної освіти стає інформаційно-технологічна освіта (ІТ-освіта) – як результат модернізаційної інтеграції та конвергентності професійної діяльності архітектора з інформатикою через адаптивне використання її методів, засобів і технологій. ІТ-освіта у підготовці майбутнього архітектора реалізується через навчальні дисципліни інформаційного спрямування, чим актуалізується потреба у їх дидактичному конструюванні. Такі дисципліни професійної підготовки майбутнього архітектора мають будуватися, по-перше, на компетентнісних засадах, і, по-друге, на засадах методики продуктивно-технологічної діяльності.

Наукові публікації з проблеми інформатизації архітектурно-будівельної галузі здебільше стосуються розробки інструментальних програмних засобів і презентації досвіду впровадження комп'ютерних технологій у практику архітектурного проектування, дизайну інтер'єру, будівельного конструювання та інженерних обчислень. Освітній тематиці присвячена незначна кількість пуб-

лікацій, у яких розкриваються особливості розробки і впровадження у навчальний процес методів, методик і технологій навчання інформатики та ІКТ загального призначення, архітектурно-композиційного і інженерно-будівельного спрямування та формування інформаційної культури [1–5]. У публікаціях [6–8] розкриваються ключові аспекти змістово-процесуальної модернізації підготовки майбутніх архітекторів у плані її комплексної наскрізної інформатизації з опорою на активне застосування комп'ютерних засобів і технологій комп'ютерної графіки і архітектурного проектування; визначено принципи навчання фахових дисциплін, що мають формувати фахово-інформатичну компетентність студента-архітектора.

Загальних питань дидактики ІТ-освіти майбутніх архітекторів загалом та дидактичного конструювання ІТ-дисциплін зокрема у зазначених вище публікаціях не торкалися.

Метою даної публікації є презентація особливостей конструювання змісту інформаційно-технологічних навчальних дисциплін у системі вищої архітектурної освіти.

В освітньо-професійній програмі підготовки бакалавра (магістра) з будь-якої спеціальності ІТ-освіта зазвичай представляється сукупністю навчальних дисциплін інформаційно-технологічної спрямованості або ІТ-дисциплін. Під інформаційно-технологічною навчальною дисципліною розумітимемо дидактичну систему навчання певної сукупності функціонально споріднених ІКТ – інтелектуальних технологій проектування та створення інформатичних продуктів певного професійного призначення. ІТ-дисципліна як дидактична система має статичну (цілі, зміст, методи, форми, засоби, результат), процесуально-динамічну (актуалізація, реалізація, діагностика і коригування) та суб'єктну (учасники навчального процесу) складові.

ІТ-освіта спрямовується на формування у студентів інформатичної компетентності як здатності (інтегрованої властивості) людини до результативної ефективної діяльності в умовах інформатичного середовища. Інформатична компетентність проявляється під час інформатичної діяльності і встановлюється за результатом такої діяльності. Інформатична компетентність подається двома основними кластерами: інформаційно-комунікаційною компетентністю – як ключовою – та інформаційно-технологічною компетентністю – як загальнопрофесійною.

Дидактичне конструювання змісту навчальної ІТ-дисципліни визначається як технологічна діяльність викладача з проектування, розробки та реалізації у навчальному процесі ефективної результатоспрямованої дидактичної системи навчання певних інформаційних технологій. Таке дидактичне конструювання здійснюється на основі компетентнісного підходу та методики навчання продуктивно-технологічної діяльності.

Процес дидактичного конструювання ІТ-дисципліни складається з трьох стадій:

- стадія визначення цілей навчання та проектування змісту навчання – містить етапи стратегічного, концептуального та функціонального аналізу, що визначають відповідно загальні цілі, наукові основи та укрупнений зміст навчальних модулів ІТ-дисципліни;

- стадія розробки дидактичної системи ІТ-дисципліни – містить етапи уточнення цілей навчання як діагностичних, визначення організаційно-педагогічних особливостей навчання дисципліни, узгодження цілей, змісту, методів, форм, засобів навчання, конкретизації і наповнення (відбору) змісту навчання та діагностики навчання (процесу і результату);

- стадія дидактичного аналізу та коригування змісту ІТ-дисципліни дає змогу за допомогою формальних критеріїв здійснити експертизу навчальної і робочої навчальної програм ІТ-дисципліни, її дидактичних матеріалів та зробити, у разі потреби, обґрунтоване коригування та/або надати експертний висновок щодо якості і ефективності навчання ІТ-дисципліни.

Покажемо ключові аспекти застосування технології дидактичного конструювання ІТ-дисципліни на прикладі навчальної дисципліни «Інформатика та основи комп'ютерного моделювання», яка включена до циклу професійної підготовки архітекторів-бакалаврів і вивчається у 3-му семестрі в обсязі 3,5 кредитів (105 годин, з них 51 година – аудиторна).

Метою викладання зазначеної навчальної дисципліни є формування у майбутніх архітекторів основ фахово-інформатичної компетентності та інформаційної культури, набуття інформаційно-технологічних умінь розв'язання різноманітних задач професійної діяльності архітектора з використанням сучасних комп'ютерних засобів новітніх інформаційних технологій.

Зміст навчальної дисципліни «Інформатика та основи комп'ютерного моделювання» має модульно-тематичну структуру. Перший навчальний модуль «Інформаційні технології в архітектурній галузі. Опрацювання текстової і табличної інформації» має на меті систематизацію наявних інформаційно-технологічних знань, умінь і навичок студентів, формування базового рівня загальної інформаційної компетентності та містить такі теми:

1. Інформаційні технології в архітектурній галузі;
2. Створення текстових документів професійного призначення за допомогою текстового процесора;
3. Розрахунки, аналіз та візуалізація даних професійного призначення у середовищі електронних таблиць.

Другий навчальний модуль «Основи комп'ютерних технологій створення інформаційних продуктів професійного призначення» спрямований на формування основ фахово-інформатичної компетентності майбутнього архітектора та містить такі теми:

1. Основи комп'ютерного моделювання. Комп'ютерні моделі як ІТ-продукти архітектурної галузі;
2. Презентаційна комп'ютерна графіка;
3. Основи комп'ютерних технологій архітектурного проектування. Створення архітектурної композиції засобами векторної тривимірної комп'ютерної графіки (твердотільне 3D-моделювання). Архітектурне проектування у середовищі програми Sketch Up;

4. Реалізація технології архітектурного проектування в середовищі САПР Allplan. Поняття комплексного архітектурного проектування. Методи архітектурного проектування з використанням BIM-технологій;

5. Створення архітектурних графічно-презентаційних матеріалів (плакатів, планшетів) з використанням ППЗ растрової комп'ютерної графіки.

Зміст кожної теми навчальних модулів структурується за чотирма змістовими компонентами:

- інформаційний компонент містить знання основних понять дисципліни, способів та алгоритмів відбору, формалізації, структурування інформації як вмісту інформатичного продукту;
- технологічний компонент – це знання про стандарти (де-юре і де-факто) щодо інформаційних технологій та інформатичних продуктів, технології проектування та розробки інформатичних продуктів професійного призначення;
- інструментальний компонент – знання про загальні та спеціалізовані інструментальні програмні засоби, що використовуються для інформаційно-технологічної діяльності, прийоми, способи та технологічні дії у середовищі цих ППЗ;
- культурологічний компонент містить етичні та естетичні норми здійснення інформаційно-технологічної діяльності.

Результатом першої стадії конструювання змісту навчальної ІТ-дисципліни є навчальна програма дисципліни, в якій вказані діагностичні цілі вивчення дисципліни, сформульовані у вигляді загальних і спеціально-предметних компетенцій, понятійний апарат дисципліни, її модульно-тематична структура, перелік рекомендованої літератури.

Друга стадія дидактичного конструювання передбачає уточнення цілей вивчення навчальної дисципліни у вигляді результатів навчання (Learningoutcomes), узгодження цілей, змісту, методів, форм, засобів навчання і діагностики якості навчання для кожної теми навчальних модулів; визначення організаційно-педагогічних особливостей вивчення дисципліни.

Для уточнення цілей вивчення навчальної дисципліни у термінах результатів навчання скористаємося розробленими у [9] таксономіями цілей. При цьому когнітивні результати навчання ІТ-дисципліни подаються за модифікованою таксономією Блума, а процесуально-діяльнісні результати навчання – за таксономією умінь продуктивно-технологічної діяльності.

Зазначені таксономії, окрім основного їх призначення – формалізованого подання результатів навчання, – можна використовувати як критерії щодо якості виконання та оцінювання результатів діагностичних завдань (тестових, практичних та залікових).

Організаційно-педагогічні особливості проведення практичних занять ґрунтуються на методичних підходах, описаних у теорії технологічного навчання інформатики [1]. Ці підходи покладено в основу методики навчання продуктивно-технологічної діяльності. У роботі [9] їх адаптовано до методики навчання у вищій школі та визначено як операційний підхід; технологічний підхід; продуктивний підхід; креативний підхід.

Залікове заняття проводиться як практична робота з виконання компетентнісних залікових завдань у формі розрахунково-графічної роботи, яка має такі етапи (складові) виконання: 1) побудова комп'ютерної 3-D моделі котеджного будинку в програмі Sketch Up; 2) побудова ситуаційної схеми, генерального

плану садибної ділянки, планів, розрізів, фасадів, наочного зображення (перспективи) будинку; 3) розробка планшетної експозиції (600x840) котедж-ного будинку в програмі Adobe Photoshop; 4) захист виконаної РГР.

Третя стадія дидактичного конструювання стадія дидактичного аналізу та корекції змісту ІТ-дисципліни полягає у визначенні відповідності розроблених навчальної та робочої навчальної програм ІТ-дисципліни критеріям дидактичного конструювання: результативності; конструктивної цілісності; раціональності; реалізованості; мобільності.

Оновлена за технологією дидактичного конструювання ІТ-дисциплін професійної підготовки та відповідно до сучасних реалій застосування інформаційних технологій у архітектурному дизайні навчальна дисципліна «Інформатика та основи комп'ютерного моделювання» впроваджена у навчальний процес на кафедрі архітектури НАУ восени 2016 року.

Висновки:

Сучасна інформатизація архітектурної галузі актуалізує проблему якісної інформаційно-технологічної освіти майбутніх архітекторів, формування у них фахово-інформатичної компетентності та інформаційної культури професійної діяльності. Успішне розв'язання цієї проблеми потребує дидактичного конструювання змісту ІТ-дисциплін професійної підготовки архітекторів на основі компетентнісного підходу та методики навчання продуктивно-технологічної діяльності. Процес дидактичного конструювання ІТ-дисципліни складається з трьох стадій: стадія визначення цілей навчання та відбору змісту навчання; стадія розробки дидактичної системи ІТ-дисципліни; стадія дидактичного аналізу та коригування змісту ІТ-дисципліни.

Результати апробації розробленої технології дидактичного конструювання ІТ-дисциплін у навчальному процесі дають змогу зробити обґрунтований висновок про підвищення якості та ефективності навчання інформаційних технологій майбутніх архітекторів та відмітити помітне зростання рівня їхньої фахово-інформатичної компетентності.

Список літератури:

1. Дорошенко Ю.О., Тихонова Т.В., Луньова Г.С. Технологічне навчання інформатики: Навчально-методичний посібник. Харків: Вид-во "Ранок", 2011. – 304с.
2. Евдокимова Н.А. Совершенствование методических подходов к формированию умений и навыков информационного моделирования органических объектов (на примере раздела курса информатики для архитектурно-художественных специальностей): Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ Евдокимова Наталья Анатольевна. – М., 2005. – 198с.
3. Качуровская Н.М. Формирование профессиональной культуры будущих специалистов-архитекторов в образовательном процессе вуза: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Курск, 2005. – 183с.
4. Литвин В.А. Формування інформаційної культури майбутніх архітекторів у професійній підготовці вищого навчального закладу: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2016. – 23с.

5. Рочегова Н.А. Компьютерное моделирование в процессе формирования основ архитектурной композиции (начальная стадия высшего профессионального архитектурного образования): Автореф. дис. ... канд. архитектуры: 05.23.20. Москва, 2010. – 20с.

6. Дорошенко Ю. О., Бірілло І. В., Хлюпін О. А., Блащук С. М. Концептуальні засади формування інформатичної компетентності майбутніх архітекторів // Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи: збірник Матеріалів III міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 12–14 листопада 2012 року). Львів: ЛДУ БЖД, 2012. С. 133–139.

7. Дорошенко Ю.О. Інформатизація та екологізація – пріоритетні напрямки модернізації вищої архітектурної освіти// Архітектура та екологія: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м.Київ, 17–19 листопада 2014 року). – К.: НАУ, 2014. – С.126–131.

8. Дорошенко Ю.О. Стратегія наскрізної інформатичної підготовки майбутніх архітекторів в університеті// Архітектура та екологія: Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м.Київ, 31 жовтня – 1 листопада 2016 року). – К.: НАУ, 2016. – С.5–10.

9. Тихонова Т.В. Дидактичне конструювання інформаційно-технологічних дисциплін у вищій школі: монографія. Миколаїв: Іліон, 2016. – 560 с.

Екологізація готелів на територіях наближених до аеропортів

Розглянуто проблему стосовно архітектурно-планувального формування екологічних готелів на територіях, наближених до аеропортів та надання попередніх рекомендацій. Ключові слова : аеропорт, екологічний стан, готель, техногенний вплив.

Актуальність. У зв'язку зі стрімким розвитком суспільства та інноваційних технологій громадяни нашої держави відчуває на собі постійне збільшення техногенного впливу на навколишнє середовище, в особливості цей негатив відчувають на собі мешканці територій, наближених до аеропортів, які відчувають постійну потребу у забезпеченні максимального комфорту та відповідних умов проживання.

Тому досить актуальною постає проблема про покращення екологічного стану споруд, які б у свою чергу створили відповідні умови комфортного проживання та забезпечили зниження рівня техногенного впливу на об'єкт будівництва. Дослідження тенденцій диктує свої підходи, які здатні захистити об'єкти будівництва від негативних чинників.

Аналіз досліджень та публікацій за темою. Поліпшення екологічного стану поблизу аеропортів є досить актуальним питанням та розглядається багатьма вченими: Авдєєвою Н.Ю досліджувались принципи формування житлових будинків у комплексі з об'єктами обслуговування (на територіях, наближених до аеропортів). Авдєєва М.С., [1]. О.В. Латишева «Визначення негативного впливу діяльності аеропортів на довкілля та розробка заходів для його зниження».

Мета. Надати попередні рекомендації при проектування екологічних готелів в умовах техногенного впливу на готель, розташований поблизу структури аеропорту.

Основна частина. Стрімкий розвиток суспільства та нестача вільних земель приводить до освоєння нових територій, в тому числі наближених до аеропортів. Підвищення екологічного стану довкілля та об'єктів, особливо таких громадських споруд, як готелі, які доцільно будувати поблизу аеропорту. Але вони будуть потребувати одночасного розпланування та захисту від впливу негативних чинників аеропорту.

Для формування комфортних екологічних умов розташування готелів було проведено аналіз наслідків впливу на територію, ряд у досліджень [2,3] у сфері формування середовища, які дають досить актуальні рекомендації стосовно захисту об'єктів на територіях аеропортів.

Відповідно до результатів багатьох досліджень, основними чинниками забруднення довкілля є [1]:

- вплив шум під час експлуатації літаків, який негативно впливає на житлову забудову;

- викиди забруднюючих речовин, які мають шкідливі наслідки на організм людини та навколишнє середовище;
- електромагнітні випромінювання, які потрібно мінімізувати дію на організм людини;
- теплові забруднення, які зменшення економічну шкоду внаслідок зниження ступеня забруднень;
- забруднені стоки з території аеропорту, які необхідно виводити інженерними мережами.

Кожен із цих чинників дає можливість виявити основні характеристики та надати рекомендації стосовно вимог до вирішення архітектурно-планувальних задач екологізації готелів.

Проводячи аналіз світового досвіду проектування готельних комплексів на територіях, наближених до аеропортів, можна спостерігати досить поширене явище розміщення готелів на мінімальній відстані між об'єктом будівництва та аеропортами при цьому комфортні умови можуть бути забезпечені.

Одним із цікавих прикладів є готель Hilton Frankfurt, розташований поруч з міжнародним аеропортом Франкфурт-на-Майні. (рис 1) Цей готель розмістився у футуристичній будівлі бізнес-центру на території аеропорту Франкфурта в безпосередній близькості від Терміналу.

Оскільки будівля розташувалася на злітно-посадковій смузі аеропорту, було прийнято рішення побудувати тільки дев'ять поверхів, що відповідає поверховості.

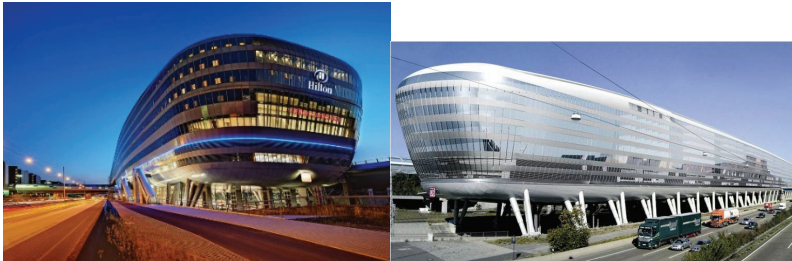


Рис. 1. Hilton Frankfurt, архітектор Гельмут Джоос, 2009

Давши оцінку та провівши аналіз таких об'єктів, можна вважати, що будь-який об'єкт зазнає постійного техногенного впливу, тому важливим питанням постає вибір методів захисту, які б дали змогу уникнути негативних впливів як на готель, так і на довкілля.

При формуванні забудови на території поблизу аеропорту потрібно врахувати екологічні зони впливу, які безпосередньо є важливими при формуванні забудови [1].

Враховуючи всі особливості формування екологічного готелю, можна запропонувати рекомендації та відповідну архітектурно-планувальну організацію, яка забезпечить формування екологічного середовища для готелів. Важливим елементом формування об'єкта є врахування архітектурно-образної композиції

готельних комплексів, спираючись на особливості та традиції того чи іншого регіону. Для підкреслення природи, можливе використання хвилястої, циліндричної чи пірамідальної форми об'єму будівлі.

Рекомендації з цього приводу можуть дати підгрунття для подальшої реалізації, які дозволять :

- проводити планування окремих частин території з виключенням багатоповерхових будівель у зв'язку з наближенням аеропортів;
- утворювати форму будинку відповідно до шумової тіні при зльоті і посадці літаків;
- застосовувати технологічні будівельні і опоряджувальні матеріали, шумозахисні, глушильні установки;
- здійснювати захист приміщень готелю, використовуючи еркери та балкони із екрануванням;
- улаштовувати тераси з елементами озеленення;
- приміщення допоміжного значення слід орієнтувати у сторону аеропорту;
- пред'явити підвищені вимоги відносно проникаючого шуму (більшість номерів орієнтувати в бік акустичної тіні, тобто у протилежному напрямку від аеропорту);
- розташовувати лише апартamenti при будь-якій орієнтації з застосуванням посиленних шумозахисних конструкцій.[2].

Висновок. Розглянувши проблеми екологізації готелів можна виділити ряд попередніх рекомендацій стосовно захисту та забезпечення оптимальних вимог розміщення готелів поблизу аеропортів:

- ефективне вирішення архітектурно-планувальних рішень готелю з метою забезпечення комфорту для мешканців;
- впровадження технічного забезпечення екологізації готельної будівлі;
- застосування енергоефективних рішень, що дасть змогу зробити забудову повністю екологічною.
- використання лише екологічних матеріалів, що забезпечить екологічність як ззовні так і всередині приміщення.

Список літератури

1. Авдєєва М.С. Особливості організації гаражів у структурі житлової забудови на територіях, наближених до аеропортів/ М.С.Авдєєва, Н.Ю.Авдєєва// Проблема розвитку міського середовища: наук. – техн. Збірник – К.: НАУ, - 2009. – Вип.1. – С. 3 – 8.
2. Семикіна О.В. Архітектура бізнес – центрів в системі аеропорту (на прикладах об'єктів, цивільної авіації, України): автореферат дис. на здобуття наук. ступення к. арх.: спец. 18.00.02. «Архітектура будівель та споруд» / О.В.Семикіна. – К., 2003. – 19с.

Особливості проектування центрів дозвілля і освіти для людей «третього віку»

Визначення типології будівель освіти і дозвілля для людей похилого віку; проблеми організації дозвілля; особливості до вимог їх проектування; роль закладу в житті пенсіонерів.

Постановка проблеми. У процесі своєї життєдіяльності людина зайнята різноманітними повсякденними справами: професійною діяльністю, освітою, домашніми справами, спілкуванням з людьми, сном, відпочинком, дозвіллям. Життя людини не є повноцінним, якщо не реалізується її право на кращі форми проведення вільного часу. Дозвілля та відпочинок грає особливо важливу роль в житті людей «третього віку», особливо коли їх участь у трудовій діяльності ускладнено.

В сучасних економічних умовах літні люди займають в суспільстві проміжне соціокультурне становище. Обмеження соціальних і культурних форм активності звужує рамки їхнього способу життя. Тому особливе значення надається дозвіллю після виходу на пенсію або у зв'язку з хворобою, коли літня людина має адаптуватися до нових умов життя поза сферою своєї колишньої трудової діяльності.

Повноцінна життєдіяльність багатьох людей «третього віку» неможлива без надання їм різних видів допомоги і послуг, що відповідають їхнім соціальним потребам. Організація дозвілля є одним з важливих елементів реабілітації та догляду за хворими, інвалідами та літніми людьми. Останнім часом розробляються нові технології соціокультурної реабілітації, що сприяють соціальній адаптації слабо захищених груп населення. Проблема введення людей «третього віку» в соціокультурну сферу життя суспільства передбачає розробку і реалізацію спеціальних державних програм в сфері культурної та оздоровчої політики.

На сьогоднішній день масово відкриваються центри соціально обслуговування, функцією яких є надання освітніх та дозвіллевих послуг для людей похилого віку. Але дані центри проектуються тільки для адміністративних територіальних одиниць, а самі ж заняття проходять в вже існуючих будівлях, які функціонують для інших подібних послуг або і зовсім не підходять для даних центрів.

Аналіз попередніх досліджень показав, що їх можна поділити на три групи – одні стосуються питань освіти літніх людей та включення їх у повноцінне соціальне життя такі, як, наприклад, дослідження Роботової А.С. [3], яка сформулювала цілий ряд питань щодо освітніх потреб та інтересів літніх людей, які ще підлягають вивченню. Друга група – дослідження архітектурних та об'ємно-планувальних особливостей і нормативної бази у сфері типології освітніх закладів – наприклад, праці Ковальського Л., Ковальської Г., Ольховської О. та ін.. Третя група – дослідження архітектурних та об'ємно-планувальних особливостей дозвіллевих закладів. Проте, різноманіття цих закладів занадто велике – від торговельно-

розважального центру до аквапарку тому варто звертати увагу на праці, присвячені центрам спілкування. Ще в період так званої «паперової архітектури», в 1980-х роках журнал «Архитектура СССР» оголосив конкурс на проект «Центру дозвілля і спілкування житлового комплексу» [5]. Як зазначає О.А. Трошкіна [4], «значна кількість авторів прагнула запропонувати не тільки архітектурно-просторові рішення, але визначити головну ідею, що лежить в основі спілкування людей, випадково об'єднаних місцем проживання. Що це: простір східцевої клітини? сумісне вирощування саду? споглядання одного для всіх ландшафту? виховання дітей? будівництво спільно і своїми силами загального гаража, клубу? Такі різноманітні і важко порівнянні по спрямованості проекти, виконані в більшості своїх в надзвичайно цікавій і різноманітній техніці графіки вказали на складність і невизначеність тих чинників, від яких залежить простір для спілкування між людьми» (рис.1).

Рис.1. Конкурсний проект центру дозвілля і спілкування
(арх.. М. Белов, А. Савін) м. Москва, 1984 р.

Отже, *мета* данного дослідження полягає у визначенні особливостей проектування будівель, які поєднують функцію освіти та дозвілля для людей «третього віку».

Результати роботи. В Україні, як і в багатьох розвинених країнах, в останні десятиріччя значно зросла частка людей похилого віку. До старшого покоління сьогодні належить кожний п'ятий (за класифікацією ВОЗ: 60–74 – люди похилого віку; 75–89 – старі; 90 років і більше – довгожителі). За даними Інституту демографії в Україні нараховується 11 млн. людей похилого віку.

Але старість, на думку французького дослідника в галузі соціології вільного часу Ж. Дюмазедьє, «не повинна віднині зводитись до пасивного чекання смерті у спальні». Рішення проблеми адаптації до старіння бачиться, перш за все, у активному залученні самотніх літніх людей у процеси спілкування. Вважається, що соціальна взаємодія й підтримка інших, необхідні для душевного здоров'я людей похилого віку, мають підкріплюватися створенням певного середовища. Середовища, де може відбуватися така взаємодія, особливо між старшими і молодшими поколіннями. Психологічна підготовка такого роду широко розповсюджена у Німеччині і є складовою програми «Перехід до старості». «Реабілітація» старості, здолаття колишньої недооцінки життя в похилому віці, застарілих стереотипів сприйняття старих людей є сьогодні важливим завданням для суспільства в цілому і дозвілєвої сфери зокрема.

В загальній системі культурно-дозвілєвої практики все більшу значимість набувають на сучасному етапі проблеми розвитку культурно-дозвілєвого потенціалу інвалідів в діяльності і через діяльність. Не можна забувати, що будь-який розвиток, зміна особистості – це перш за все зміна в змісті її структури її культури. Діяльність при цьому сприяє перетворенню культури із зовнішньо-предметної в індивідуальну суб'єктивну форму. Втім, діяльність базується на усвідомлених потребах особистості.

Хоч центри дозвілля для людей похилого віку і існують, та вони не закріплюють за собою ніяку типологічну особливість проектування даних закладів. На даний момент в Україні не існує споруд, які б утворювали підтип освітніх та дозвілєвих комплексів для людей «третього віку». Але так як дана функція обслуговування з'являється в наших містах все частіше, тому незабаром постане питання створення, проектування і функціонування центрів освіти та дозвілля для людей похилого віку, як окремого типологічного підвиду.

Центр освіти і дозвілля для людей «третього віку» має забезпечувати дві функції – навчання та дозвілля, але так як люди похилого віку вимагають особливих умов при організації простору, потрібно детально розглянути особливості створення комфортних умов для них вже під час його проектування.

Дозвілля має на увазі такий рід занять, які дають людині відчуття задоволення, піднесеного настрою і радості. Люди проводять дозвілля для того, щоб розслабитися, зняти стрес, відчути фізичне і психологічне задоволення, розділити свої інтереси з друзями і близькими, зав'язати суспільні контакти і отримати можливість самовираження або творчої діяльності.

Проблеми, які можуть виникнути при організації дозвілля і відпочинку у осіб старшого віку, носять наступний характер:

- обмеження рамок дозвілля через фінансові, транспортних та інших проблем, а не внаслідок знижених можливостей;
- ступінь доступності громадського дозвілля і відпочинку для осіб похилого віку;
- вікові обмеження в можливості розвивати навички та здібності, необхідні для проведення дозвілля і відпочинку, а також в можливості розвивати ці якості з урахуванням адаптації до нових життєвих умов після виходу на пенсію;
- атмосфера соціального оточення, що сприяє участі літньої людини в проведенні дозвілля і відпочинку.

При плануванні дозвілля та відпочинку пріоритет належить розвиваючим технологіям, пов'язаним із залученням людей «третього віку» в різні види художньої, технічної та прикладної творчості. Вони надають на них соціалізуючий вплив, розширюють можливості для самоствердження і самореалізації, соціальної адаптації.

Культурно-дозвіллева діяльність людей «третього віку» включає в себе:

- заняття художнім, прикладним, технічною творчістю;
- дозвільні свята, обряди, конкурси, фестивалі;
- спорт, активний рух, екскурсії, ігри;
- ділові, комерційні, логічні, інтелектуальні ігри та заняття;
- спокійний пасивний відпочинок (читання, перегляд телепередач, слухання радіо, риболовля в'язання і ін.).

Дозвілля та відпочинок спрямовані на реабілітацію людей «третього віку» шляхом досягнення життєво важливих для них цілей.

Різноманітність цілей, що виникають в реабілітаційному процесі, пов'язана з певними типами функціональних порушень (сенсорні дефекти, порушення опорно-рухового апарату, деякі органічні захворювання і т.д.).

Особливістю проектування центру освіти і дозвілля для людей «третього віку» є складна композиція внутрішнього простору, ядром якої має бути приміщення для інформації, відпочинку та спілкування, вирішена за принципом перетікання простору, що полегшує перехід з однієї зони в іншу, що робить доступною для відвідувача будь-яку зону і будь-яке приміщення центру і додає закладу демократичний, властивий його сутності характер.

Створюючи об'ємно-планувальну структуру будівлі не слід забувати про безпеку перебування в ній людей. Всі елементи конструкції повинні відповідати протипожежним нормам і бути безпечними в повсякденному житті і експлуатації будівлі. Проектуючи, також потрібно дотримуватись всіх вимог, які вимагають Державні будівельні норми для маломобільних груп населення (ДБНВ.2.2-16-2005, ДБНВ.2.2-17-2006).

Можливо також використовувати тактильно-звукову мнемосхему або іншими словами аудіо-тактильну мнемокарту, яка в даний час є найбільш кращим пристроєм здатним передавати інформацію про навколишній простір.

Проектуючи генеральний план, головним є спланувати будівлю в конкретному архітектурно-планувальному середовищі або в умовах природного оточення в межах міста або його околицях, з урахуванням того факту, що центр

дозвілля не повинен порушувати екологічну та психологічну атмосферу прилеглої забудови або території.

Організація генплану споруди повинна бути ув'язана з існуючими під'їздами, транспортними та пішохідними потоками вибраної ділянки і доповнена проектними при необхідності.

Висновок. Таким чином, система освіти літніх людей в нашій країні в даний час ще знаходиться в стадії модернізації, повільно, але неухильно перетворюючись в якісно нову самостійну, багатoproфільну галузь освіти, поступово наближаючись за своєю якістю і ефективністю до стандартів європейських та інших економічно розвинених країн.

Зважаючи на типологічні особливості освітньо-дозвілльового центру для людей «третього віку», ми вважаємо, що такий вид будівель можна розглядати як підтип навчальних закладів із розвиненими дозвілльовими функціями, що потребує подальшого вивчення для вироблення оптимальних підходів і врахування високих вимог при його проектуванні.

Список літератури

1. Досуговая деятельность людей «третьего возраста» // Культура в современном мире: опыт, проблемы, решения. Инф. сб. – Вып. 1. – М., 1993. – 60 с.
2. Петрова І.В. Особливості організації дозвілля у клубах людей похилого віку // Організація культурно-дозвілльної діяльності в клубних закладах розвинених зарубіжних країн. – К.: УЦКД, НПБ, 1998. – 51 с.
3. Роботова А. С. Люди третьего возраста как субъекты непрерывного образования: методология и основные направления изучения // Непрерывное образование: XXI век. Выпуск 4 (8), 2014, DOI: 10.15393/j5.art.2014.2643
4. Трошкіна О.А. Семантичний аспект міського середовища як середовища спілкування / О.А. Трошкіна // Проблеми розвитку міського середовища.: Наук.-техн. зб.– Київ.: НАУ, 2010. – Вип.3 – С.167-175.
5. Центр досуга и общения жилого комплекса // Архитектура СССР. – 1984. – №11-12. – С.48-58.

*О.Г. Пивоваров, ст. викладач
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Міжнародний архітектурний конкурс концепції Мультикомфортного будинку «Ізовер» як частина екологічної освіти студентів архітекторів.

Міжнародний двоетапний відкритий конкурс Мультикомфортного будинку «Ізовер» відрізняється від курсового чи дипломного проектування студентів архітекторів більш високим рівнем постановки завдання та рішеннями цих проблем.

Концепція Мультикомфортний дім базується на науково практичній розробці сучасного будинку. Ця концепція акумулює досягнення інших концепцій та творчо розвиває їх завдяки наявності своїх передових будівельних матеріалів.

Учасники: Студенти будівельних і архітектурних ВНЗ.

Глобальний організатор: «Saint-Gobain Insulation» (Франція)

Організатор конкурсу в Україні: ТОВ «Сен-Гобен Будівельна Продукція Україна».

Більше місцевих органів влади вимагають від проектів нових споруджуваних об'єктів, щоб вони відповідали найвищим вимогам з точки зору енергоефективності, забезпечуючи при цьому максимальний рівень комфорту, який тільки можливий, для їх мешканців.

Учасники повинні розробити екологічно раціональні архітектурні проекти, що є гармонійно інтегровані в міський простір, при цьому обов'язковими умовами є дотримання вимог програми MAD-RE і критеріїв концепції Мультикомфортного будинку Saint-Gobain, з урахуванням кліматичних умов та регіональних особливостей.

А також необхідно врахувати соціальний і економічний аспекти, а запропоноване рішення має дати новий поштовх розвитку наявного міського простору.

Архітектура повинна вписуватися в навколишній простір. Необхідно запропонувати рішення для міського простору безпосередньо навколо ділянки будівництва.

Зміст конкурсу. Світ стає більш урбанізованим, а міста – більшими за розміром та більш густонаселеними, збільшується споживання енергії, а також викиди CO₂.

В цілому, будівельний сектор відповідає за 40% від загального споживання енергії та викидів CO₂ в світі, що потребує нового підходу до розробки кожного проекту нової будівлі та тої що реконструюється.

Значна частина житлового фонду Європи - це будови старіші за 50 років, при цьому багато будинків, що використовуються в даний час, старіші за 100 років. Більше 40% наших житлових будинків було побудовано до 1960-х рр., коли будівельні норми в частині енергоспоживання були вкрай низькими.

Постановка задачі.

- Розширене ілюстроване Завдання на проектування;

- Професійно підготовлене згідно міжнародним вимогам до конкурсних завдань;

- Конкретне місце будівництва в різних країнах;
- Теорія та практичне втілення питанні;
- Що бажають замовники.

Супроводження:

- Вихідні матеріали в електронному вигляді ;
- Семінари та вебінари;
- Відповіді на питання;
- Робочі вузли від розробників ;
- Рекомендації, сертифікати від виробника.

Наукова база. Наукове супроводження. Теорії.

- Сталого розвитку;
- Концепція екологічного проектування;
- Побутові проблеми - екологічно;
- Пасивний Дом;
- Мультикомфортний дом

Завдання.Програма для розрахунків ISOVER Designer та брошури з матеріалами по концепції Мультикомфортного будинку для нового будівництва та реконструкцій доступна за адресою www.isover-construction.com

Критерії оцінки конкурсних робіт

1. дизайн та функціональність;
2. дотримання параметрів та характеристик Мультикомфортного дому ISOVER;
3. економічні, екологічні та соціальні аспекти функціонування території;
4. застосування матеріалів та рішень ISOVER;
5. якість наданих матеріалів відповідно до вимог конкурсу;
6. цікава презентація.

Оцінка проекту

• **Архітектура: 50%.** Висока якість проекту, функціональна концепція, врахування регіональних особливостей, план, а також екологічна, економічна та соціальна раціональність.

• **Технічні критерії: 20%.**Конструкції мають відповідати вимогам концепції Мультикомфортного будинку компанії «Сен-Гобен» (нормативні показники тепло- та звукоізоляції, природного освітлення), а також вимогам пожежної безпеки.

• **Конструктивні вузли та деталі: 20%.** Якість та сумісність запропонованих деталей та вузлів конструкцій з урахуванням будівельної фізики (теплові та акустичні мости, повітропроникність та управління вологістю).

• **Використання матеріалів: 10%.** Правильне використання та застосування в проєкті матеріалів та рішень компанії «Сен-Гобен» - ISOVER, Izocam, Saint-Gobain Glass, Ecophon, Rigips тощо.

Графік проведення конкурсу. Порядок подачі документів.
Реєстрація. Учасники національного та міжнародного етапів студентського конкурсу «Проектування Мультикомфортного будинку Saint-Gobain - 2017» повинні зареєструватися на сайті www.isovert-students.com.

Вся офіційна інформація стосовно конкурсу надсилатися електронною поштою всім учасникам, зареєстрованим на сайті

Лекції у профільних ВНЗ. Додаткова інформація надана на лекціях, які проводитимуть місцеві представники компанії «Сен-Гобен ISOVER» в університетах, які беруть участь в конкурсі. Для отримання детальної інформації звертайтеся до місцевих представництв компанії «Сен-Гобен ISOVER».

Консультації організовані декілька сесій консультування в режимі онлайн. Точні дати консультації будуть оголошені в інформаційному бюлетені конкурсу всім учасникам, які зареєстровані на сайті

Національне журі , Журі онлайн-етапу, Міжнародне журі. До складу міжнародного журі увійдуть незалежні архітектори, представники компанії «Сен-Гобен» та міста, а також переможці Студентського конкурсу минулих років.

Загальна інформація: Місто розташоване, загальна площа, місто з найвищим показником кількості дерев і озелених територій на мешканця. Жителі мають доступ до зелених зон, розташованих в 15 хвилинах ходьби. З 1997 року площа зелених зон зросла на 16%. Країна з високим показником кількості людей, що проживають в квартирах. Майже 65% населення проживає в багатоквартирних будинках.

Географічне розташування і клімат. Середньорічна температура. У найхолоднішому місяці, в найтеплішому, тривалість сонячного світла, середньорічна кількість опадів, показником кількості годин сонячного світла,

Загальна інформація про місцезнаходження ділянки. Територія. Забудова була побудована в 1950-60 рр. Близько 25% населення - люди похилого віку, про близько 30% населення відомостей немає. Вартість будівель приблизно на 40% нижче, ніж в середньому. Вимог до будівельних робіт щодо ізоляції не було, а якість залишає бажати кращого. Велика частина будівель має одну і ту ж конструкцію та форму, що дозволяє застосовувати уніфіковані рішення при реконструкції.

Концепція. Від учасників вимагається розробити свою концепцію, яка передбачає підвищення комфорту:

1. **Доступність.** Необхідно передбачити наявність ліфтів, сходів для людей з обмеженими можливостями, пандусів.

2. **Термальний комфорт.** Більш комфортні умови в холодну і теплу пору року, а також зниження відсотка перегріву (дні з температурою понад 25 ° C в квартирах), разом з цим - скорочення енергоспоживання для обігріву та охолодження (мінімум на 2 класи енергоефективності).

3. **Якість повітря.** Забезпечення постійного потоку свіжого повітря.

4. **Візуальний комфорт.** Збільшення кількості годин природного освітлення всередині квартир в місцях, де постійно ведеться будь-яка діяльність (наприклад, кухня).

5. Акустичний комфорт. Скорочення рівня шуму всередині квартир, що надходить із зовнішніх джерел, а також загального шуму від внутрішніх технічних джерел: установка ліфтів або систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Що стосується всіх вимог до комфорту учасники орієнтуються на критерії Мультикомфортного будинку Saint-Gobain як на кінцеву мету. Презентацію концепції Мультикомфортного будинку можна завантажити на сайті www.isover-students.com

Тип конструкції, технічні параметри

Учасники не обмежені у виборі типу конструкції (як для реновації існуючих будівель, так і для нового будівництва), проте використання матеріалів ISOVER та іншої продукції Saint-Gobain у будівельних конструкціях є обов'язковим.

ISOVER надає безкоштовну допомогу у питаннях проектування у формі: Онлайн база вузлів та рішень в програмі CAD на сайті: www.isover-construction.com.

- Перша в світі база даних, яка містить більше 150 будівельних вузлів та з'єднань без теплових мостів для 4 різних конструктивних систем.

- Всі деталі та вузли сертифіковані Інститутом пасивного дому, а їх застосування дозволить уникнути утворення теплових мостів.

- Надається безкоштовний доступ до бази даних, яка включає в себе: креслення в програмі CAD з різними варіантами завантаження, складові елементи та матеріали, основні цифри, ізотерми, моделі та матеріали, розрахунки з повітропроникності.

Конструкційні вузли і деталі ISOVER . Джерело: www.isover-construction.com

Повітропроникність: www.isover-airtightness.com

Уся необхідна інформація з питань повітропроникності: методи забезпечення, матеріали та рішення, важливість концепції.

Технічні параметри енергоефективності

Необхідно забезпечити наступні характеристики: нове будівництво

- річне споживання для обігріву <15кВт*год / кв.м.
- річне споживання для охолодження <15кВт*год / кв.м.

реконструкція

- річне споживання для обігріву <25кВт*год / кв.м.
- річне споживання для охолодження <15кВт*год / кв.м.

При розробці проектів конкурсант повинні використовувати розрахункову програму MCH Designer для отримання точних результатів.

Розрахунок здійснюється з використанням MCH Designer або PHPP (інші інструменти будуть вказані), включаючи графік перегріву.

Учасники включають в свій проект огляд розрахунків.

Основні результати дослідження.

Опис концепції проекту

Крім мінімальних вимог, учасники повинні надати достатній обсяг інформації, який дозволить журі проаналізувати:

- **Концепцію проекту та функціональне рішення**
- **Стратегію щодо забезпечення теплоізоляції**

Наприклад: будівельні значення U , концепція з повітропроникності, система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, пасивні / активні заходи щодо захисту від світла, охолодження і т.д.

- **Стратегія щодо забезпечення звукоізоляції**

Наприклад: будівельні значення R_w і L_n , w , основні заходи зі звукоізоляції і т.д.

- **Стратегія щодо забезпечення відповідної якості повітря в приміщенні**

Наприклад: пропонувані тип вентиляції (механічна та / або ручна), робочі креслення системи вентиляції, запропоновані рішення і т.д.

- **Стратегія щодо протипожежного захисту**

Наприклад: шляхи евакуації, реакція матеріалів на вплив вогню і т.д.

- **Стратегія з природного освітлення**

- **Енергопостачання і загальна концепція з екологічної раціональності**

Для пояснення рішень по зазначеним вище вимогам учасники можуть включити в проект додаткову документацію: діаграми, розрахунки, креслення або інформацію, яку вони вважають необхідною.

Правовий аспект

Учасники студентського конкурсу «Проектування Мультикомфортного будинку Saint-Gobain» («Конкурс») погоджуються, що вся інформація / дані, що містяться в їх проектах, не порушують прав на інтелектуальну власність будь-яких третіх сторін, і що вони або є власниками даної інформації / даних, або повністю уповноважені на їх використання та надання.

Учасники зберігатимуть необмежені права на інтелектуальну власність щодо своїх проектів.

Висновки.

Міжнародний архітектурний конкурс концепції Мультикомфортного будинку «Ізовер» розглядається, як частина екологічної освіти студентів архітекторів. Участь в міжнародному конкурсі розвиває творчий потенціал, розвиває креативність задумок, відповідальність та гордість за професію!

Список використаних джерел

1. www.isover-students.com
2. www.isover-construction.com
3. www.isover-airtightness.com

О.О. Саннікова,
О. А. Трошкіна, канд.арх., доцент
(Національний авіаційний університет, Україна)

Використання національних традиційних мотивів у сучасній архітектурі

Роль традицій у сучасній архітектурі. Проблема гармонійного поєднання традицій та сучасності. Національні прийоми у сучасній архітектурі. Зарубіжний та вітчизняний досвід.

Постановка проблеми. Сучасний етап світового розвитку характеризується динамічним поглибленням процесів інтеграції політичного, економічного, культурного життя країн світу. У широкий вжиток увійшов термін «глобалізація» як характеристика формування єдиного планетарного суспільства. Прискорення темпів глобалізації призвело до виникнення у світі опозиційного до неї політичного руху антиглобалізму. Антиглобалісти звинувачують глобалізацію в збільшенні соціальної нерівності, зниканні традиційного суспільного устрою й деградації довкілля. Дехто також вбачає зростаючу загрозу у впливі глобалізації на культуру. Рівнобіжно з глобалізацією економіки та торгівлі, культура імпортується та експортується також. Проблема в тому, що більші й потужніші держави можуть підбити культури слабших, призводячи до того, що їхні традиції та цінності зникнуть.

У наш час дуже важливим є збереження національних традицій та використання їх у сучасній архітектурі. Тож виникає інша проблема - поєднання традицій та сучасності. Кожен архітектор вирішує цю проблему по своєму. Але масове застосування традиційних й архітектурних компонентів часто призводить до їх примітивізації, їх надмірно спрощують, або навпаки занадто копіюють архітектуру минулих поколінь, нерідко це виглядає недоречним і містить ознаки кічу. Такий підхід призводить до зникнення самобутності архітектурного середовища, та руйнації традиційного архітектурного простору. Архітектура часто втрачає своє неповторне обличчя. Зарадити цій проблемі може грамотний поворот до національних самобутніх особливостей традиційної архітектури, що має в собі невичерпні джерела гармонізації архітектурного середовища.

Мета статті. Визначити сучасні прийоми використання національних традицій у сучасній архітектурі.

Аналіз попередніх наукових джерел. Багато науковців розглядали використання національних традицій у сучасній архітектурі та у інших сферах людської діяльності. Від апологетів української архітектурознавчої науки - А.Г. Сластіона [7], В.В. Чепелика [7], М.А. Шумицького [8] до сучасних дослідників - Ю.Л. Афанасьєва [1] О.П., Божинського [2], А.І. Громнюка [3] Б.І. Ноги [5] та ін., Проте, ця тема настільки масштабна, що дані дослідження не вичерпали її і сьогодні.

Основна частина. Традиція – це елемент соціальної та культурної спадщини, що переходять від покоління до покоління і зберігається протягом багатьох століть. Традиція поширюється у багатьох соціальних сферах, але

найбільше значення вона має в релігії, мистецтві (в тому числі в архітектурі) та в науці.

Кожне покоління успадковує певні традиції. І воно може, як підтримати й зберегти, так і знехтувати та зруйнувати традиції своїх предків. Таким чином кожне покоління обирає не лише своє сьогодення, а й минуле та майбутнє також. Традиції живуть та розвиваються завдяки наступним поколінням та новим історичним умовам.

Архітектура – це мистецтво створювати середовище для існування та діяльності людини, вона не тільки тісно пов'язана з людиною, але й розвивається разом з нею. Архітектура — це музика, яка ніби застигла у просторі: казав Фрідріх Вільгельм Шеллінг. Архітектура відображає смаки, погляди, філософію тих людей, що її створювали. Це своєрідний духовний портрет кожного народу. Тому в основі архітектурних традицій лежить життєва філософія і світогляд минулих поколінь, що творили для себе відповідне середовище.

На архітектуру різних народів впливають багато факторів: ландшафт, клімат, питання безпеки, будівельні матеріали та засоби, економіка, релігія, а також безпосередньо архітектурна мода. Архітектура постійно розвивається разом з суспільством, змінює свій вигляд. Але в архітектурі кожного народу є певні риси, притаманні в усі історичні періоди. Ці риси власне і створюють архітектурну традицію. Грунтуються вони перш за все на методі формування певним народом свого життєвого середовища, а також на естетичних пріоритетах, особливостях психології та стилю життя.

Традиційна «народна» архітектура є унікальним скарбом у вітчизняному та світовому будівництві, проте її спадщинучасто недооцінюють. Унікальний досвід поколінь, що закладенов традиційній архітектурі, не може пропасти даремно, бо має в собі цінності гармонійної людської життєдіяльності, котрі можуть допомогти розв'язати сучасні архітектурні та суспільні проблеми.

У наші часи існує багато сучасних архітектурних засобів. Дякуючи технічному прогресу, сучасна архітектура виражає себе у неймовірних формоутвореннях, різноманітних конструкціях, сучасних будівельних матеріалах та інноваційних засобах.

Для гармонійного поєднання традицій і сучасності потрібні аспекти, що є обов'язковими для середовища традиційного. Це символіка предметно-просторового середовища та організація процесів життєдіяльності в ньому, що пов'язані з метафізичними уявленнями людської спільноти. Форми й призначення предметів ужитку, габарити, параметри й загальний характер приміщень, колористична система та ієрархія елементів зовнішнього простору. Для використання традиційних мотивів у нинішній архітектурі потрібно аналізувати усі ці аспекти та відтворювати їх за допомогою сучасних засобів.

У світі існує безліч вдалих прикладів поєднання традиційної та сучасної архітектури, серед них можна виділити наступні прийоми:

1. *Використання форми, як символу національної традиції.* Символ – це особливий різновид знака. Національна символіка кожного народу виконує історично важливі функції об'єднання нації в єдину етнографічну, культурно-історичну структуру, єдину суверенну державу.

На рис.1 зображено Храм Лотоса - бахаїстський храм, який розташований у місті Нью-Делі в Індії. Архітектор храму - Фаріборз Сахба, канадець іранського походження, створив споруду у вигляді величезного лотоса. Так як, лотос вважається головною квіткою в індуїзмі і національним символом Індії.



Рис 1. Храм Лотоса. Нью-Делі. Індія.



Рис 2. Коломийський музей народного мистецтва Гуцульщини і Покуття.

Використання деталей, вставок, орнаментів притаманних певній нації.
Архітектурний об'єкт не рідко оцінюється за опорядженням його фасадів, тобто за особливостями декоративного вистрою. За традицією декор був найважливішою складовою архітектурного мистецтва, саме він вказував на приналежність до певної етнічної групи, визначав функцію, виражав смаки та погляди даного періоду. На рис.3 зображено палац культури у місті Мінську в Білорусії.

На фасаді палацу культури «Лошицький» понад 50 років були зображені скульптури в стилі радянського конструктивізму - мати з дитиною, трудівниця, чоловік з символом науки і напис «мир, праця, свобода, рівність, братерство, щастя». Згодом панно стало непридатним і його вирішили прибрати. Тепер на його місці красується білоруський орнамент.

На рис.4 зображено краєзнавчий музей в місті Полтава, Полтавська область, Україна. Музей розміщено в приміщенні колишнього губернського земства, спорудженому впродовж 1903-1908 років за проектом архітектора В.Кричевського. Архітектурна споруда в стилі українського модерну містить традиційну орнаменталізацію та оздоблювальну композицію на фасадній частині будівлі. Вдовж фасаду розміщені герби повітових містечок Полтавської губернії. Високохудожні розписи вестибюлю музею та центральної зали виконані відомими українськими художниками С. Васильківським та М. Самокишем. Будівля Полтавського краєзнавчого музею внесена до Списку пам'яток архітектури національного значення.

Висновок. Отже, у наш час дуже важливим є збереження національних традицій та використання їх у сучасній архітектурі. Зважаючи на це були визначені наступні прийоми використання національних традицій у сучасній архітектурі: використання форми, як символу національної традиції; використання деталей, вставок, орнаментів притаманних певній нації. Подальші наукові розвідки повинні стосуватись питань використання національних

традиційних мотивів різних культур в сучасній архітектурі громадських будівель на території України.



Рис 3. Будинок культури. Мінськ.



Рис 4. Краєзнавчий музей. Полтава.

Список використаних джерел

1. Афанасьев Ю.Л. Етнодизайн у контексті націєтворення та глобалізації / Ю. Афанасьев Л. // Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку: зб. наук. пр. / наук. зап. Рівнен. держ. гуманіт. ун-ту. – Р.: РДГУ, 2013. – Вип.19.– Т.2. – 2013. – С. 143-147.
2. Божинський Б.І. Сьогочасні перспективи вжитку етнокультурних чинників самобутньої української архітектури / Божинський Б. І. // Традиції та новації у вищій архітектурно-художній освіті: Збірка наукових праць. – Х.: ХДАДМ, 2011. – № 2. – С. 113-116.
3. Громнюк А.І. Національні пошуки у світовій архітектурі XIX-XX століття / А. І. Громнюк // Традиції та новації у вищій архітектурно-художній освіті: Збірка наукових праць. – Х.: ХДАДМ, 2012. – №5. – С. 120-123.
4. Громнюк А.І. Орнаментика як засіб формування етнокультурної ідентичності архітектури інтер'єру / А. І. Громнюк // Традиції та новації у вищій архітектурно-художній освіті: збірка наукових праць. – Х.: ХДАДМ, 2014. – №2. – С. 101-107.
5. Нога О. П. Український стиль в церковному мистецтві Галичини кінця XIX–початку XX століть / О. П. Нога. – Л.: Українські технології, 1999. – 60 с.
6. Сластийон А.Г. К возрождению украинского архитектурного стиля / Сластийон А. Г., Каманин И. М. // Археологическая летопись Южной России. 1903. – № 3-4. – С. 218-241.
7. Чепелик В.В. Пошук національної своєрідності в архітектурі Прикарпаття початку XX ст. / В. В. Чепелик // Народна творчість та етнографія. – К, 1990. – № 1. – С. 21-30
8. Шумицький М. А. Український архітектурний стиль / Шумицький М. А. – К., 1914 р. – 60 с.

Особливості камерного сценічного простору на прикладах вистав Центру мистецтв «Новий український театр»

***Анотація:** стаття розкриває особливості сценографії камерних вистав на прикладах постановок Центру мистецтв «Новий український театр». Шляхом докладного опису і аналізу основних декораційних елементів автор характеризує художні прийоми, визначає основні модулі ігрового простору.*

Надзвичайно цікавим явищем в сучасному українському театрі є постановки на камерних сценах і в нетеатральних приміщеннях. Зацікавленість глядачів камерними виставами можна пояснити безпосередньо близькістю актора і глядача: їхня взаємодія на малій сцені набуває особливої гостроти – безпосередня близькість сцени та глядацького залу, відсутність межі ігрового простору як такої, комунікативні зв'язки між акторами та глядачами, використання акторами безпосередньо глядацького залу. Саме на малій сцені емоційний фон вистави сприймається найгостріше – будь-які емоційні переживання передаються значно сильніше, ніж на великій сцені. Невелика відстань дає можливість акторам на ускладненішу гру – тут можна прошепотіти, зазирнути комусь у вічі, витримати німу паузу з певним виразом обличчя [2, с. 154].

Яскравими та самобутніми прикладами постановок на малій сцені є вистави Центру мистецтв «Новий український театр». Необхідно відзначити те, що приміщення театру облаштоване у неспеціальній будівлі – воно займає підвал невеликого будинку. Глядацька зала розпланована статично, ігровий простір розташований паралельно до місць глядачів. Вистави розігрують на тлі статичних декорацій, які видозмінюються завдяки перепадам освітлення, залученню проєкційних технологій та рухам акторів. Репертуар театру жанрово не обмежений, ґрунтується на класичних творах й сучасній драматургії.

Для ознайомлення з особливостями декораційного оформлення варто розглянути спектаклі «Сватовство монтера» і «Корабель зіштовхнувся з айсбергом». Їх сценографія належить до двох принципово різних сценографічних тенденцій: натуралістично-ілюстративної та метафоричної. Принцип сценопланування в обох виставах практично однаковий: від центру радіально розходяться конструктивні елементи, які являють собою одночасно і обмеження ігрового простору, і площину для закріплення характерних елементів. Для невеликих сцен та інтер'єрних постановок одним із найважливіших аспектів вистави є знаходження основного модуля декорації: це може бути один чи кілька предметів, задіяних акторами або суто декоративних; загальний колорит сценічного оформлення; у разі відсутності сценічного оформлення, як такого – характерний крій костюмів, або включення до їхнього ансамблю специфічних гіперболізованих елементів.

Мінімум декорацій і максимум символічного вираження, активне використання звукових, світлових ефектів та майстерність акторів – ці складові створюють сценічне дійство [2, с. 154].

Вистава «Сватовство Монтера» (2013) за твором Н. Уварової становить водевіль. Постановка – В. Кіно, художник – М. Петренко. Сценографія відкрита на початку вистави. На сцені – типовий міщанський інтер'єр 30-х років ХХ ст.: зліва великий стіл, накритий скатертиною, на ньому – самовар з баранками й чашки, справа – ліжко з подушками. Посередині сцени – велика позолочена рама, в якій стоїть Купідон. З двох боків від цієї рами – менші рамки, в які вставлені портрети чоловіка в тюбетейці, з перекошеним саркастичною посмішкою обличчям. Цікавим елементом даного спектаклю є використання клітки з живим хвилястим папушкою: він пищить, літає, вносить смак несподіванки, раптовості, веселощів та життєрадісності у і так комічний сюжет. Архітектурні особливості підвального приміщення, використовуваного для театральної зали дають специфічні конструктивні деталі, які застосовуються для кращого планування сценобудови.

Початок вистави наївно-водевільний: вичурна дама, «выдающаяся во все стороны», Громадянка Окуневич, проходить кімнатою, змахуючи пилінки зі свого майна. Закохано дивиться на фотографії. А на неї закохано дивиться Купідон з рами... Раптова поява міліціонера Завітушкіна супроводжується громом та блискавкою, наляканий Амур тікає й ховається в ніші під кліткою з папугою. «Личность у Вас преступная живет!» – мотивує свою появу міліціонер. І тут виявляється, що чоловік на портретах – Гриша, кавалер господині, багатоженець, має дружин по всьому Союзу. Актори бігають сценою, переносять меблі, Розлючена Окуневич кидається з ложкою на портрети, які вихоплює з рамок і відносить за куліси Купідон. Буз портретів порожні рамки передають її внутрішнє спустошення та смуток. Але він триває недовго: шоу має тривати, водевільність вистави передбачає швидкий комічний розвиток сюжету. Під звуки коров'ячого мичання з'являється Громадянка Конопатова, Паша – молочниця, яка допомагає господині «следить за здоровьем», «еще та пройдоха». Вона продає кисле, розбавлене молоко, і постійно щось цупить з будинків, які обслуговує. Саме до неї і вирішила звернутись Окуневич з делікатним проханням: знайти для себе чоловіка. За таку послугу обіцяє чималу винагороду – п'ять червонців. Паша відразу ж, смакуючи вигоду, каже, що має на прикметі вистави передбачає швидкий монтера». І здобуває червонець авансу... Адже у неї є безпрограшний варіант кавалера – її власний чоловік Ніколаша, Громадянин Сісяєв. Зміна інтер'єру квартири Окуневич на хату Сісяєвих відбувається за участю Купідона, який піднімає рамки та переставляє меблі. За сценою знайомства майбутнього подружжя спостерігають з рамок зображення амурчиків, які вставляє туди Купідон. Він блукає сценою весь час, випускаючи свої стріли в персонажів, переставляючи реквізит, граючи з бутафорією. Він незмінний третій персонаж, що супроводжує пару закоханих. Побачення проходить вдало, Громадянка Окуневич стає Громадянкою Сісяєвою. Квартира Паші перебуває в занедбаному стані – господиня, залишившись без чоловіка, п'є без просипу, речі розкидані по підлозі, невидоїна корова обурено мукає за сценою.

Комічна суперечка між покинутою дружиною й міліціонером переростає в формування підступного плану повернути Ніколашу до Паші, а Окуневич втішить Завітушкін. Повернення декораційної обстановки до моменту попередньої картини квартири Сісяєвих. Проте Ніколаша зовсім не бажає повертатися до своєї колишньої дружини-селянки. Тепер він понад усе цінує шлюб з інтелігентною, вродливою, охайною Окуневич, Купідон своїми стрілами таки поцілів йому в серце.

Приклад цієї вистави розкриває особливості проявлення натуралістично-ілюстративного оформлення на камерній сцені, також демонструючи водевільний спектакль з кінематографічним принципом монтування мізансцен: кожний епізод закінчується затемненням, а наступний починається із затемнення. Велика увага приділяється акцентуванню дрібних деталей – портретів, предметів домашнього вжитку, клітки з папугою.

Інша вистава – «Корабель зіштовхнувся з айсбергом» (2013) створена за п'єсою Теннессі Вільямса «Раптом минулого літа». Скандальна п'єса того року отримала сценічне втілення в двох київських театрах – Київській академічній майстерні театрального мистецтва «Сузір'я» та Центрі мистецтв «Новий український театр».

На сцені Нового українського театру поставлена вистава лише за цією новелою, на відміну від «Сузір'я», де спектакль поєднує дві новели. Режисер-постановник та сценограф – Віталій Кіно. Сценографія відкрита перед початком вистави: вибілені декорації та ультрафіолетова підсвітка відразу занурює глядачів у атмосферу якоїсь ірреальності, фантастичності, абсурдності. Саме за допомогою гротескних й абсурдних елементів розкривається проблематика порозуміння між кровними родичами, між чоловіком та жінкою, представниками різних соціальних груп [3, с. 162]. Посередині сцени встановлена садова решітка, з двох боків від якої підвішені штори і ще кілька решіток. На центральну решітку й стінку за нею проєкціюється зображення квітки, що розквітає.

Варто зазначити, що використання відеоряду стало досить популярним на сцені наприкінці ХХ – початку ХХІ століття. Особливо вигідно цей хід використовують на невеликих сценах. Розглядаючи принципи використання проєкційних технологій на театральних сценах, проводимо узагальнену класифікацію їх застосування: фрагментальні проєкції (відеозапис або фото проєкціюють на порівняно невелику площину), фонові (проєкція заповнює сценічне тло), й суцільні (проєкцію спрямовують на весь сценічний простір, включно з конструктивними декораціями і акторами). У свою чергу, названі типи проєкцій поділяються на постійні (ті, що транслюються протягом всієї дії вистави), і епізодичні (здійнюються лише у визначених епізодах). У наведеному прикладі мова йде про фрагментальну постійну проєкцію, яка супроводжує емоційне тло спектаклів, формуючи певний візуально-асоціативний ряд. Можна провести аналогію з іншими спектаклями Києва, постановники яких задіюють аналогічний принцип оформлення: серед вдалих вистав останніх років на камерних сценах слід відзначити «Ціаністий калій. З молоком, чи без?» театру-школи «Образ». Але там, на відміну від спектаклю «Корабель

зіштовхнувся з айсбергом», ретроспектива минулого реалістична й чорно-біла. Це пов'язано зі ставленням персонажів до свого минулого та сьогодення. Коли у теперішньому відбуваються яскравіші події, які мають більше значення для життя героїв та для відображення сюжету драматичного твору, ніж минуле, відеоряд не повинен бути занадто строкатим. Він має підпорядковуватись грі акторів, бути на задньому плані. А от у виставі «Корабель зіштовхнувся з айсбергом» кінопроекції відіграють таку ж важливу роль, як і безпосередня дія на сцені, ілюструючи хід думок місіс Вінебл, її образно-асоціативне сприйняття життя й смерті Себастьяна [1, с. 124].

За сюжетом, дія розпочинається в «Саду Себастьяна», де місіс Вінебл показує колекцію рослин свого сина доктору Цукровичу. Все довкола починає оживати – додаткові джерела освітлення виринають потойбічні вибілені декорації в реальний світ. Живі люди вриваються в це завмерле царство, розбурхують його. Персонажі блукають сценою, то зіштовхуючись, то не помічаючи один одного. За правою шторою розміщений годинник, який переводить Фоксхілл. Роль управляючого маєтком в цій виставі трактується, як чоловіча – замість міс Фоксхілл з'являється містер Фоксхілл, зовнішність якого доведена до гротеску великою чорною пов'язкою на оці. Вгорі підвішене велике світле пухнасте покривало, за яким приховані дрібні лампочки. Воно здається схожим на мох, яким поросла вся стеля саду без господаря. Обгортки з такого ж матеріалу надіті на книжки і щоденники Себастьяна. Серед решіток, мов по лабіринту, пересуваються місіс Холлі та Джордж – вони то бажають зустрічі з місіс Вінебл, то навпаки, ховаються від неї. На передньому плані стоять вибілені куби, навколо яких постійно розігрують мізансцени герої: Кетрін намагається вирватися крізь загразоване вікно, місіс Холлі з сином весь час намагаються сісти подалі від доньки та поближче до багатой родички. Проекції змінюються, коли доктор Цукрович дізнається історію про спостереження Себастьяна за черепахами: тепер картинка розквіту змінюється нападом стерв'ятників на черепашок та їх пожиранням. Атмосфера трансформується завдяки перепадам освітлення: тепер сцена залита мутно-червоними променями, при цьому зберігається ультрафіолетова підсвітка. Решітки здаються страхітливими скелетами, які виринають з п'їтьми, неначе привиди на фоні заходу сонця. Крізь покривало на стелі світяться гірлянди лампочок, які також нагадують кістяк. Трактовка образу доктора Цукровича суттєво відрізняється від постановки театру «Сузір'я» – він з самого початку не довіряє словам своєї покровительки, сприймає їх, як булькотіння нещасної напівбожевільної багатійки, яку доводиться слухати, бо вона спонсорує його дослідження. Інколи він відверто з неї насміхається. Її обоготворення, надмірна естетизація постаті покійного сина викликають то співчуття, то недовіру й насмішку – адже предмет її гордості насправді виглядає кумедно: незайманий в сорок років! Не дивно, що лікар засумнівався в його психічному здоров'ї.

Прибуття Кетрін провокує кілька внутрішніх конфліктів персонажів – вони змушені переглянути своє сприйняття оточуючого світу. В цьому полягає ще один елемент гротеску ситуації: дівчина, офіційно визнана божевільною, міркує набагато тверезіше, ніж її нібито здорові родичі. Дівчина занадто

здорова, щоб їх ненавидіти: «корабель зіштовхнувся з айсбергом, всі тонуть, але як можна ненавидіти ближнього, який теж тоне». Саме з тонучим Титаніком асоціюється ця родина: сильна, ніби моноліт, місіс Вінебл підкошена втратою сина, хвора та знеможена; залежні від неї родичі «тонуть» разом з нею, лише Кетрін зберігає адекватне усвідомлення дійсності. Лікар постає перед Кетрін на тлі проекції виверження вулкану: він може стати її рятівником, а може – вбивцею. Він вбраний в біле, так само, як Себаст'ян. Саме так він сподівається розбудити спогади Кетрін, та змусити місіс Вінебл визнати їх, усвідомити їхню реальність та примиритися з ними. Розповідь дівчини супроводжують проекції абстрагованого поглинання, які втілюють пожирання злидарями тіла Себаст'яна. Проте матір категорично відмовляється визнати розповідь племінниці, але доктор вірить в її розповідь. Сцена потопає в пітьмі, лише викривлений «скелет» з лампочок сяє над сценою, немов величезний хижий павук [4, С. 104 – 106].

Особливість потрактування ігрового простору в цій виставі розкриває можливість створити в невеликому приміщенні асоціативно масштабне середовище з багатьма локаційними змінами. На відміну від спектаклю «Сватовство монтера», де реалістичне рішення домінує й відсутнє використання проекційних засобів, тут практично відсутні натуралістичні елементи: навіть задіявані акторами предмети побуту стилізовані відповідно до обраного постановником образного потрактування характерів персонажів.

Висновки. Можна стверджувати, що вистави Центру мистецтв «Новий український театр» являють собою цікаві й актуальні приклади декораційного оформлення камерного простору. Вони презентують глядачам складні, емоційно насичені рішення, що втілюють інтеграцію класичних принципів сценобудови в новітній театротворчий процес. Завдяки залученню сучасних засобів виразності невелике приміщення стає асоціативно трансформативним ігровим простором, який видозмінюється відповідно до драматичного сюжету й настроям персонажів.

Список літератури

1. Триколенко С. «Момент кохання» на сцені «Сузір'я». Студії мистецтвознавчі. – 2012. – №3 (39). – С. 124-130.
2. Триколенко С. Передача абсурдної атмосфери візуальними й пластичними засобами (на прикладі вистави «Той, що відчиняє двері» Київського театру-студії «Міст». Театр та театральна педагогіка України у XXI столітті: теорія, методологія, практика: IV Всеукраїнська науково-практична конференція, 21-22 лютого 2013 р. Луганськ, 2013. – С. 154 – 158.
3. Триколенко С. Кураж: жажіття війни, передані пластичною мовою Молодий вчений. –2014. – № 6 (09). – С. 162-164
4. Триколенко С. Визуальное искусство, как неотъемлемый элемент украинского театра Monographia. – Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing ist ein Imprint der / OmniScriptum GmbH & Co. KG, 2015. – 137 p.

Л.В. Тустановська,
(Національний авіаційний університет, Україна)
Ю.О. Дорошенко, д.т.н., проф.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Екологізація архітектурного середовища та основні способи її реалізації

Анотація. На основі проведеного аналітико-пошукового дослідження розкрито сутність поняття екологізації архітектурного середовища. Визначено два основних способи екологізації архітектурного середовища: на основі застосування архітектурно-планувальних прийомів та шляхом реалізації матеріально-технічних заходів.

Актуальність теми доповіді. Техногенний розвиток міст і його машинізація, стрімкий ріст агломерацій, всезростаючі шкідливі викиди в атмосферу та стихійне використання природних ресурсів призводять до руйнування цілісності природного середовища. При цьому небажані процеси, що відбуваються в довкіллі, здійснюють негативний безпосередній вплив на здоров'я людей, створюючи непридатні для їхньої життєдіяльності умови. Загалом, ХХІ століття характеризується стрімким загостренням екологічної проблеми в усьому світі.

Кінець ХХ століття для усієї світової спільноти став початком глобальної економічної кризи, спричиненою насамперед невідповідністю між обсягами видобування енергоресурсів та ефективністю їх використання. Особливої гостроти ця ситуація набула в екологічному аспекті, що спонукало більшість країн до термінового вирішення поставої проблем. У контексті сказаного прийнято Концепцію сталого розвитку, яка повинна забезпечити екологічно чисте, безпечне навколишнє середовище, задовольнивши потреби людства щодо збереження довкілля для майбутніх поколінь.

Нині вкрай важливим бачиться правильне розуміння сутності і важливості поняття екологізації для успішного соціально-економічного розвитку кожної окремої країни та усього світу. Принципи природовідповідності в усіх сферах діяльності людства мають втілитися у відповідній системі законодавчих актів міжнародного значення та беззаперечно виконуватися усіма країнами і народами.

Чільне місце в системі «людина–природа» займає осередок життєдіяльності людини – штучно сформоване середовище, що формується об'єктами архітектури та їх взаємозв'язками. Перед архітекторами та будівельниками постає завдання щодо внесення необхідних "екологічних" коректив до проектування будівель та формування архітектурного середовища у плані їх комплексної екологізації.

Метою доповіді є системний аналіз поняття екологізації, розкриття його сутності в контексті забезпечення природовідповідності архітектурного середовища та визначення основних способів його екологізації.

Основні результати дослідження. Як відомо, під екологією розуміють комплексну науку про виживання в довкіллі, завданням якої є пізнання законів

розвитку і функціонування біосфери – як цілісної системи під впливом природних і антропогенних факторів – та визначення шляхів ефективного і гармонійного співіснування техносфери і біосфери [1].

Архітектура відноситься до антропогенних факторів та є складовою техносфери. Архітектура – як система будівель та споруд – призначається для створення комфортних умов життєдіяльності людини, формуючи на певній території (просторі) відповідне середовище – архітектурне. У зв'язку з нинішнім загостренням екологічної ситуації до архітектурних об'єктів та до архітектурного середовища ще на етапі проектування висуваються певні екологічні вимоги з метою підвищення їх рівня екологічності. Екологічність – це властивість будівель, споруд та архітектурного середовища здійснювати мінімальний негативний вплив на навколишнє природне середовище, не порушувати екологічну рівновагу та не завдавати шкоди здоров'ю людей.

Завданням архітектури є не лише створення естетично-привабливого, поліфункціонального середовища для людства, а й забезпечення тісного злагодженого взаємозв'язку людини, архітектури та природи. Нині людство починає розвиватися на засадах Концепції сталого розвитку та, відповідно, сталой (екологічної) архітектури. Основна мета цього – задоволення потреб суспільства, забезпечення високого рівня екологічного потенціалу середовища, його гармонізація в межах природного ресурсного потенціалу територій [2]. Тому актуальними постають завдання організації процесу реалізації цілей сталого розвитку. Одним з таких є екологізація містобудування, що передбачає якісні структурні зміни елементів міського середовища [3]

Під *поняттям екологізації* розумітимемо цілеспрямований процес підвищення рівня екологічності об'єктів та процесів (з позицій якнайповнішого задоволення принципу непорушення екологічної рівноваги) на основі системної сукупності підходів, факторів, умов, заходів, способів. Щодо архітектури – це забезпечення сталого природовідповідного функціонування та безупинний прогресивний розвиток архітектурного середовища, це системне впровадження різноманітних природооохоронних архітектурно-планувальних, матеріально-технічних, соціально-економічних рішень, які сприяють поліпшенню екологічного стану певного об'єкту та прилеглої території, на глобальному, регіональному чи «точковому» рівнях шляхом максимального збереження довкілля та підвищення ефективності використання природних ресурсів. Екологізація спрямовується на захист та збереження довкілля від впливу антропогенних чинників.

В основі поняття екологізації архітектури лежить відповідний екологічний підхід до проектування, будівництва, облаштування та експлуатації елементів архітектурного середовища для мінімізації негативного впливу діяльності людини на навколишнє середовище, забезпечуючи при цьому комфортні умови життєдіяльності людини.

Екологізація виробничої сфери життєдіяльності людини першорядно орієнтується на впровадження безвідходних технологій, на використання екологічно чистих та відновлювальних джерел енергії, на зменшення видобутку та споживання природних ресурсів. Акцентуючи увагу на доцільності екологізації архітектурного середовища ще під час проектування архітектурних об'єктів, варто

зазначити, що архітектор може реалізовувати різноманітні рішення та використовувати різні способи для підвищення екологічності будівель, споруд і власне середовища. Зважаючи на розлогу типологію будівель та архітектурних просторів, способи екологізації архітектурного середовища мають бути уніфікованими.

Аналізуючи проблемні екологічні ситуації, які сформувалися в архітектурному середовищі, зважаючи на сказане вище, можна виокремити два основних способи екологізації архітектурного середовища (рис. 1). Перший спосіб інтегрує спеціалізовані архітектурно-планувальні прийоми, а другий спосіб ґрунтується на реалізації певної послідовності матеріально-технічних заходів. Використовуючи обидва способи у процесі архітектурного проектування, важливим є їх доцільне взаємоузгоджене застосування з урахуванням цільового призначення архітектурного об'єкта, бажаного рівня його екологічності та наявних природно-кліматичних чинників.

Методи та засоби екологічного проектування нових будівель і споруд та формування архітектурного середовища, а також екологічні концепції будівництва формують єдиний комплекс заходів екологізації архітектури. Тобто, забезпечення принципу природовідповідності виступає дієвим механізмом подолання негативного впливу архітектурного середовища на навколишнє природне середовище, зберігаючи при цьому довкілля і створюючи екологічний архітектурний простір.



Рис. 1. Основні способи екологізації архітектурного середовища

Висновки:

Отже, в результаті проведеного аналітико-пошукового дослідження з'ясовано сутність поняття екологізації архітектурного середовища як процесу цілеспрямованого впровадження взаємопов'язаних рішень для забезпечення

цілісності природного і архітектурного середовищ з позицій задоволення принципу непорушення екологічної рівноваги та комфортної життєдіяльності людини. Визначено два основних способи екологізації архітектурного середовища: на основі застосування архітектурно-планувальних прийомів та шляхом реалізації матеріально-технічних заходів.

Список літератури

1. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія: Тлумачний словник. – К.: Либідь, 2004. – 376с.
2. Маклакова Т. Г. Архитектура: учеб. / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова, В. Г. Шарапенко, А. Е. Балакина; Под ред. Т. Г. Маклаковой. – М. : Издательство АСВ, 2004. – 464 с.
3. Кулешова, Г.И. Экологизация градостроительства. Теоретические предпосылки, идеи и практика [Текст] / Г.И. Кулешова, К.И. Сергеев // Обзорная информация: Сер. «Архитектура. Градостроительство. Жилищно-гражданское строительство». – М.: ОАО «ВНИИН-ТПИ», 2010. – Вып. 3.

*В.А. Прокопенко, А.В. Осадчий,
В.В. Горуна, старший викладач
Л.Р. Решетняк, к.т.н., доцент
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Особливості застосування програмуемого регулятора температури (ТРР — 2200) в дослідній ферментаційній установці

В роботі представлено аналіз обладнання для глибинного культивування мікроорганізмів. Проаналізовано можливість використання регулятора ТРР — 2200 для управління нагрівачем резистивного типу у ферментаційній установці. Визначено особливості роботи регулятора ТРР — 2200 для різних режимів роботи лабораторного ферментера.

Вступ. Біореактори (ферментери) складають основу біотехнологічного виробництва, вони призначені для створення оптимальних умов росту мікроорганізмів. Ефективність здійснення процесів культивування залежить від технічних можливостей ферментаційних установок, а саме, забезпечення необхідного температурного режиму, створення стерильних умов культивування, аерування стерильним повітрям поживного середовища, перемішування поживного середовища.

Метою даної роботи є визначення закономірностей роботи регулятора ТРР — 2200 для управління резистивним нагрівним елементом потужністю 20 Вт у лабораторній ферментаційній установці повною місткістю 2л.

Запропоновано для підтримання заданого температурного режиму лабораторної ферментаційної установки використати регулятор температури ТР — 2200. Давач температури регулятора забезпечує вимірювання температури в діапазоні від — 40°C до +110 °C [1].

Для створення необхідного теплового режиму у ферментаційних установках потрібно врахувати їх конструктивні особливості. Будова та устрій обладнання для культивування мікроорганізмів глибинним способом впливає на інтенсивність процесів масообміну, які мають екзотермічний характер. Біореактори, що використовуються в промисловості та в лабораторних дослідженнях, поділяють на три основних типи[2]:

- 1) реактори з механічним перемішуванням;
- 2) барботажні колони, через які для перемішування вмісту пропускають повітря;
- 3) ерліфтні реактори з внутрішньою або зовнішньою циркуляцією.

Біореактори першого типу використовують найчастіше, так як вони дозволяють легко змінювати технологічні умови та ефективно доставляти до зростаючих клітин повітря, що визначає характер розвитку мікроорганізмів і їх біосинтетичну активність. У таких реакторах повітря подають у поживне середовище під тиском через барботер. При цьому утворюються дрібні бульбашки повітря і за рахунок механічного перемішування забезпечується їх рівномірний розподіл. Для цієї ж мети використовують мішалки — одно-або багаторучні.

Ефективність розподілу повітря залежить від типу мішалки, числа обертів, фізико-хімічних властивостей середовища.

При інтенсивному перемішуванні поживного середовища відбувається його спінювання, тому робочий об'єм біореактора не перевищує 70% загального обсягу. Вільний простір над поверхнею розчину використовується як буферний, де накопичується піна, і таким чином, запобігається втрата культуральної рідини.

Конструктивні особливості барботажних колон та ерліфтних біореакторів дають цим типам ферментерів деякі переваги перед реакторами з механічним перемішуванням. Барботажні колони більш економічні, оскільки перемішування в них відбувається висхідними потоками повітря рівномірно по всьому об'єму. Відсутність механічної мішалки виключає один з шляхів проникнення в біореактор сторонніх мікроорганізмів. У барботажних біореакторах не виникає зрушень шарів рідини культурального середовища відносно один одного.

Ерліфтні біореактори випускаються в двох конструктивних варіантах. У першому реактор являє ємність з центральною трубою, яка забезпечує циркуляцію рідини (реактори з внутрішньою циркуляцією). У ерліфтного біореактора другого типу культуральне середовище проходить через окремі незалежні канали (реактор з зовнішньою системою циркуляції).

Ерліфтні біореактори більш ефективні, ніж барботажні колони, особливо в суспензіях мікроорганізмів з більшою щільністю або в'язкістю. Перемішування в ерліфтних ферментерах більш інтенсивне і ймовірність злипання бульбашок мінімальна.

Повний об'єм ферментерів, що використовуються у біотехнологічних виробництвах, різний: його вибір визначаються здебільшого економічними міркуваннями. Існують такі об'єми ферментерів: лабораторні (ємністю 0,5 – 100л), пілотні (ємністю 100л – 10 м³) та промислові (ємністю 10-100 м³) і більше [3-5].

Для забезпечення підтримки параметрів роботи ферментерів використовують автоматизовані модульні системи, що включають в себе [2]:

- очищення і стерилізацію повітря з використанням металокерамічних і титанових фільтруючих елементів;

- модулі технологічної обв'язки, які містять автономну систему термостатування, запірну і регулюючу арматуру, індивідуальні вхідні і вихідні фільтри та інші регулюючі пристрої;

- блок автоматичного контролю і управління, що містить програмний пристрій, перетворювачі сигналів від давачів різних параметрів, газоаналізатори для вимірювання O₂, CO₂, рН, температури, тощо;

- системи цифрової та діаграмної індикації поточних параметрів культивування.

Установки глибинного культивування забезпечені блоками дистанційного вимірювання тиску в ферментері і його сорочці, блоками дистанційного контролю інтенсивності аерації повітрям або газової суміші (кисню та азоту, кисню і вуглекислого газу, повітря і вуглекислого газу, азоту та вуглекислого газу).

Блок автоматичного управління дозволяє контролювати і підтримувати на заданому рівні програмну стерилізацію ферментера і запірно-регулюючої арматури, швидкість обертання мішалки і дистанційний контроль відкриття або закриття вентилів і регулюючих клапанів.

Відповідно до поставленої мети даної роботи було створено дослідну ферментаційну установку, що включала в себе: реактор shot duran 2000 мл, магнітну мішалку з підігрівом ПЗ 6110, програмуємий регулятор температури TRP 2200 (рис 1). В терморегуляторі TR-2200 можна задавати такі параметри:

УТР – установча температура; ГТР – гістерезис; НАГ – параметр в якому можна перемикає прилад з режиму нагріву в режим охолодження і навпаки; ВРР – час, протягом якого необхідно здійснювати регулювання.

Даний лабораторний ферментер може застосовуватися для культивування мікроорганізмів при робочій температурі 20 °С — 59 °С. Зовні установки передбачена теплова ізоляція для зменшення втрат тепла в навколишнє середовище. Рівномірність температури по усьому об'єму середовища забезпечує магнітна мішалка. Включення та виключення резистивним нагрівним елементом виконується програмуємим регулятором температури. Конструктивно нагрівний елемент розташований під днищем лабораторного ферментеру.

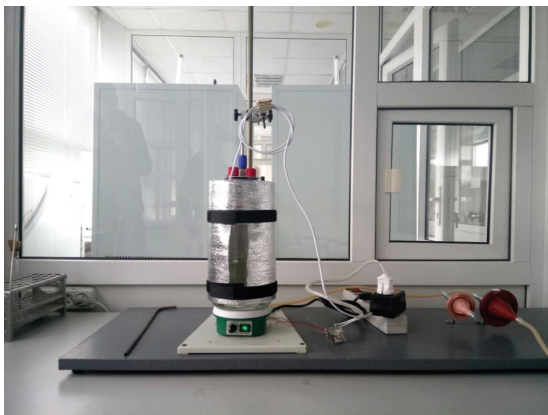


Рис. 1 Зовнішній вигляд дослідної ферментаційної установки.

В регуляторі температури було задано робочу температуру 26,5 °С та гістерезис 0,5 °С. В ємність установки завантажували дистильовану воду в кількості 1000 мл з початковою температурою 20 °С. Під час проведення експерименту фіксувався час роботи нагрівного елемента (час нагріву) та час вимкнення нагрівального елемента. На рис 2 представлено робочу температуру в дослідній ферментаційній установці. Як видно із рис. 2, зміна робочої температури в дослідній установці має циклічний характер з чіткими межами. Максимальну температуру нагріву середовища 34 °С було зафіксовано під час запуску та перших 10 хв роботи установки. В подальшому максимальна та мінімальна температура становила 29 °С та 24,9 °С відповідно. Це пов'язано з достатньо великою теплоємністю нагрівного елемента та малою кількістю середовища у ферментаційній установці. Відношення часу нагріву до часу охолодження складає 5/40 що підтверджує правильність вибраного режиму роботи регулятора в режимі нагріву та вказує на необхідність вдосконалення теплової ізоляції.

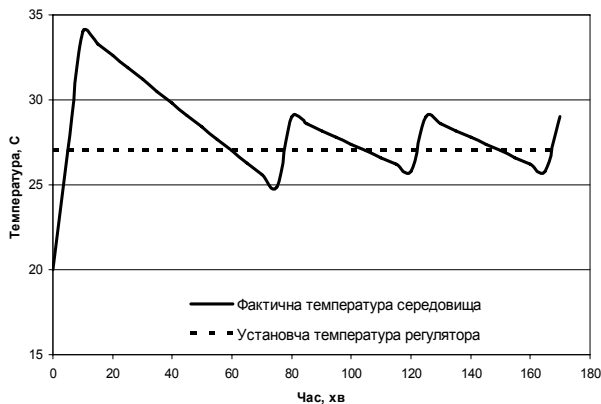


Рис. 2 Заміна температури водного середовища в дослідній установці.

Висновки. Культивування мікроорганізмів у ферментаційних установках являє собою складний комплекс взаємопов'язаних біохімічних, хімічних, фізичних, фізико-хімічних процесів і передбачає використання великої кількості обладнання. Усе обладнання поєднане між собою загальновиробничою системою автоматичного управління і повинно забезпечувати необхідні оптимальні умови протікання технологічного процесу, а також швидкої та простої зміни цих параметрів під час змін в технології виробництва.

Для забезпечення потрібного температурного режиму дослідної ферментаційної установки доцільно використовувати програмуємий регулятор температури (ТРР – 2200), робочі характеристики якого у сталеному режимі дозволяють забезпечити відхилення робочої температури не більше 2 °C.

Під час роботи дослідної установки тривалість стабілізації теплового режиму її та граничні значення відхилень максимальної та мінімальної температури залежать від теплової ізоляції.

Список літератури

1. Терморегулятори [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrtele.com/thermo-regulator.htm>.
2. Основы фармацевтической биотехнологии: Учебное пособие / Т.П. Прищеп, В.С. Чучалин, К.Л. Зайков, Л.К. Михалева. – Ростов-на-Дону.: Феникс; Томск: Издательство НТЛ, 2006.
3. Стасевич М. В. Обладнання технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв / М. В. Стасевич, А. О. Милянйч, І. О. Гузьова, [та ін.] ; за ред. В. П. Новікова. – Вінниця : Нова Книга, 2012. 408 с.
4. Сидоров Ю. І. Процеси та апарати мікробіологічної промисловості : навч. посіб. / Ю. І. Сидоров, Р. Й. Влязло, В. П. Новіков. – Львів: Львівська політехніка, 2004. – 240 с.
5. Калунянц К. А. Оборудование микробиологических производств / К. А. Калунянц, Л. И. Голгер, В. Е. Балашов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 398с.

Vasylchenko O. A.
associate professor of biotechnology and candidate of medicine science,
A. Maier, S. Litot
(National Aviation University, Ukraine)

Aviation biofuel sustainability

One of the surging areas of ecological progress in aviation is the development and application of green biofuels. Following a series of test flights from 2008 to 2011, the aviation given approval to use biofuels in passenger flights. The production of sustainable biofuels is flexible and biofuel feedstock can be grown in many places around the world according to the aviation industry's needs and demands.

The depletion of hydrocarbon reserves, the energy prices rising, and the dependence of the economy on the oil sector increasing lead to the urgent need to search for new non-traditional energy sources. As compared to 2016, the demand for oil increased by 1 million barrels per second. The forecast for 2017 assumes an increase of 1.3 million barrels per second to 94 million barrels per second. One of the ways to reduce the dependence on traditional fuels is the use of alternative sources of energy. The biofuel biotechnology includes a process of producing a wide range of products, which are obtained as a result of biocatalysis.

Biofuel is also known as agrofuel, it is mainly derived from biomass or bio waste. As a rule, the feedstock is obtained by the processing of sugar cane stalks or rapeseed, maize, soybean, etc. The fuel may be used for any purpose, but the main its usage is in transportation sector. Most of vehicles require fuel, which provide high power and is dense so that its storage is easy. The fuel should be clean and be in the liquid state.

Biotechnologists divide biofuel into liquid (for internal combustion engines – ethanol, biodiesel), solid (firewood, straw) and gaseous biofuel (biogas, hydrogen). All types of biofuel may be used as a fuel for engines and for electricity production. The term “biofuel” refers to such substitutes for gasoline as bioethanol and biodiesel (are made of wheat, sugar beet and maize, soybeans and sugar cane), and biogas (biofuel substituting natural gas, it is derived from organic waste, including livestock and garbage collected from municipal, commercial and industrial sources that have undergone an anaerobic decomposition process) [1].

The most important advantage of liquid usage as fuel is that they can be pumped and handled easily. This is the main reason why almost all the vehicles use liquid form of fuels for combustion purpose.

There are two types of biofuel – of the first and the second generation. Biofuel of the first generation include bioethanol, produced from sugar cane, corn, wheat and other cereals, and biodiesel derived from oily crops – soybean, rapeseed, palm, and sunflower. All of these plants cultivation requires the use of quality arable land, a lot of agricultural machinery, as well as fertilizers and pesticides. It is clear that in such a situation biofuel production competes with the food sector of the economy that negatively affects the social sphere [2]. Biofuel of the second generation is made from non-food raw materials. It contains waste fats and vegetable oils, biomass of trees and

grasses. The advantage of such fuel is that plants for its production can be grown on less groomed lands with the use of a minimum amount of machinery, fertilizers and pesticides. The disadvantage is that the lignocellulose of wood is a complex polymer carbohydrate, which requires large chemical transformations, i.e. more energy to produce liquid fuels from it than in the production of the first-generation biofuel. Yet, the efficiency of biomass energy production for biofuel of the both generations is about 50 %. One of the positive aspects of biofuel use in the transport sector is a reduction in the release of pollutants into the atmosphere.

Fuels like methanol and ethanol are not practical for aviation because they have very low energy densities. Planes either would be severely limited in their range or would not be able to take off with fuel tanks they would need to carry (too much weight). Aviation fuel has an energy density of 42 to 50 MJ/kg, which is roughly the same as gasoline. In order for the biofuel to compete with fossil fuels, it needs to be packed more punch.

The engines that are found in aircraft come in two types: turbines and piston engines. Each requires a different kind of fuel and so the various aviation fuels. The production of fuel focuses on providing high power outputs and stable performance under the demands of flight. Water is of critical importance. Water in aviation fuel can freeze and cause lines to clog at higher altitudes [2]. This is one of the reasons that alcohols, which tend to attract water, are not useful as aviation fuels. Cold weather performance is the most important factor in aviation fuel besides energy density.

Despite the challenges, aviation biofuels have seen some use starting in 2008. The first flight, which was undertaken by Virgin Atlantic, used a blend of 20 % of biofuel. This was followed by 50-50 blends through 2012. Then in October 2012, the National Research Council in Canada reported that a Dassault Falcon 20 used 100 % biofuel [2].

The aviation biofuel has no chemical differences from standard fossil fuels. The alcohols themselves cannot be used as aviation fuel because they freeze easily and have low energy densities. However, alcohols can be converted to kerosene, which is the basis for all aviation fuels.

Kerosene production from biomass can occur in several different ways. Research into the use of biological organisms is ongoing yet. Current conversion processes take the form of chemical cracking and gasification, which are energy intensive and do not represent viable solutions to the large-scale production of biofuels. At this point, aviation biofuel is more of a research curiosity than a practical consideration.

The compulsory sustainability requirements of the RED (Renewable Energy Directive) are as follows:

- Biofuels must achieve at least a 35 % of GHG (greenhouse gas) emissions savings;
- Biofuels may not be made from raw materials obtained from land with high biodiversity value;
- Biofuels may not be made from raw materials obtained from land with high carbon stock;
- Special provisions are made for wastes and residues (e.g. double-counting);

- Contracting Parties are required to prepare a ‘regional compliance report’;
- Further requirements may be imposed related to Indirect Land Use Change;
- There are no specific compulsory measures related to broader environmental and social sustainability;

Aviation biofuel will in summary:

- Perform as well as, or better than, traditional fossil fuel jet kerosene from a technical perspective with a smaller carbon lifecycle;
- Use only biomass feedstock sources that minimize biodiversity impacts, require minimal land, water, and energy to produce;
- Not compromise food security;
- Not jeopardize drinking water supplies;
- Provide socioeconomic value to local communities where biomass is grown.

Biofuel feedstock production is yet to reach levels necessary to support the aviation industry. Production needs to advance more rapidly with respect to improving sustainability and achieving an economy of scale that delivers an attractive price. Governments can provide research and development support directly or through incentives to the private sector to help advance feedstock production.

Aviation is seeking for new fuels to not only carbon emissions reduce, but also as a hedge against oil price volatility and supply shocks. Aviation biofuels are environmentally preferable to competing alternatives such as unconventional fossil fuels (coal to liquids, tar sands, oil shales, etc.). Unconventional fossil fuels can produce significantly more carbon pollution than conventional petroleum fuel and are associated with significant negative environmental impacts including land disturbance and water pollution [2].

In summary, the second generation aviation biofuel currently have such poor energy balance that it is not yet commercially available. However, aviation biofuels from vegetable oil could well be blended with jet fuel from 2016 onwards and palm oil is the most likely feedstock [2]. Industrial tree plantations are a major driver of the destruction of natural forests and grasslands, commonly deplete groundwater and soils, support little or no biodiversity, are often prone to fire and storm damage and, particularly in the global South, are linked to the displacement of large numbers of communities, including indigenous peoples, and to the loss of food sovereignty.

Conclusions

Fuel is one of the biggest operating costs for the aviation industry. The changing price of crude oil also makes it very difficult to plan and budget for operating expenses long-term. Sustainable biofuels may offer a solution to this problem since their production can be spread worldwide, and across a number of different crops, thereby reducing airlines’ exposure to the fuel cost volatility that comes with having a single source of energy. A big challenge facing the use of biofuels in aviation is the high quality standards requirements. Safety and fuel quality specifications are of tremendous importance in the aviation sector, however, these are not limiting the use of biofuels. The technical requirements for aviation biofuels are: a high performance fuel, that can withstand a range of operational conditions; a fuel that does not compromise safety; a

fuel that can directly substitute traditional jet fuel aviation; a fuel that meets stringent performance targets. Biofuels can also provide economic benefits to parts of the world that have large amounts of marginal or unviable land for food crops, but are suitable for growing second-generation biofuel crops. Many of these countries are developing nations that could benefit greatly from a new industry such as sustainable aviation biofuel. Biofuel usage is ecologically grounded through the reduction of pollutants emission into the atmosphere.

References

1. DabbelH. Aviation biofuel sustainability survey. / H. Dabbel // NRDS. – 2013. – № 1. – p. 14 – 19.
2. Biofuels for Air Transport [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.biofuelstp.eu/aviation-biofuels.html/>

Heat Exchanger Design for Fermentation Systems

The amount of heat generated while cultivation of microorganisms in bioreactors must be removed to maintain the desired temperature of the broth. The problems associated with the design of heat exchangers to remove the excessive heat are discussed.

During the course of fermentation, heat is produced by microorganisms' metabolism and growth. The heat comes from energy released by chemical reactions within the cells during metabolism, and it increases the temperature of the fermentation broth. Unless the heat of reaction (metabolic heat) is removed, the broth temperature increases beyond optimal reactor conditions for the maintenance of viable cells.

Heat-transfer requirements for bioreactors vary. Anaerobic fermenters typically have very low rates of heat production and heat commonly must be supplied to the systems, whereas aerobic fermenters can have quite high heat-production rates. A good estimate is 460 kJ/mol of oxygen consumed (1). The heat of agitation and the air expansion must be added to this, and the heat of water evaporating by airflow is subtracted (since it is assumed that the gas enters dry and leaves saturated with water).

Even though these heat loads are lower than in many chemical reactions, the removal of this heat is made more difficult by the mild operating temperatures, typically between 30 °C and 40 °C for aerobic fermenters. As a result, chilled water is often used.

Heat may be removed by an external heat exchange loop or internal vessel surface. The external loop (Figure 1) can be made in whatever capacity is needed, but may expose organisms to thermal shock and oxygen deprivation.

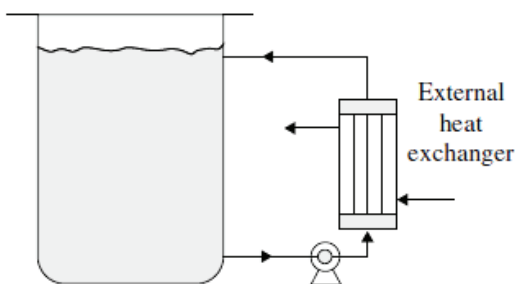


Figure 1. External heat exchanger

Most fermenters, therefore, use internal surfaces. Examples of these include tank jackets (Figure 2), helical coils (Figure 3), and vertical tube bundles.

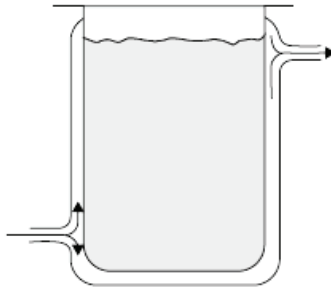


Figure 2. External jacket

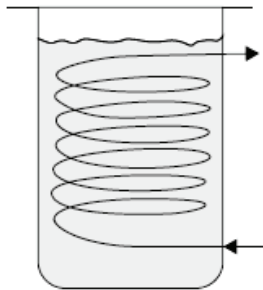


Figure 3. Internal coil

Calculation of equipment requirements for cooling of fermenters is not a simple task since a lot of different parameters influence the rate of heat transfer.

Such calculations can sometimes be simplified by considering the relative importance of each heat transfer resistance [2].

- For large fermentation vessels containing cooling coils, the fluid velocity in the vessel is generally much slower than in the coils; accordingly, the tube-side thermal boundary layer is relatively thin and most of the heat transfer resistance is located on the fermenter side. Especially when there is no fouling in the tubes, the convective heat transfer coefficient for the cooling water can often be omitted when calculating the overall heat transfer coefficient U .

- Likewise, the pipe wall resistance can sometimes be ignored as conduction of heat through metal is generally very rapid.

So, while calculating overall heat transfer coefficients from fermentation broth to the cooling water through the heat transfer surface of cooling devices (mostly internal coils) convective heat transfer coefficients for the cooling water can often be omitted as

well as the wall thermal resistance. The main problem consists in calculation of the convective heat transfer coefficient on the fermenter side.

Correlation equations to determine convective heat transfer coefficients for fluids flowing through pipes (coils) are well known [2]. The heat transfer coefficient in stirred vessels (on the fermenter side) depends on the degree of agitation and the properties of the fluid. When heat is transferred to or from a helical coil in the vessel, the convective heat transfer coefficient h for the tank side of the coil can be determined using the following equation [3, 4]:

$$Nu=0,9Re_i^{0,62}Pr^{0,33}(\mu_b/\mu_w)^{0,14} \quad (1)$$

where Nu , Re_i and Pr are Nusselt, impeller Reynolds and Prandtl numbers, correspondingly; μ_b , μ_w – dynamic viscosities of fluid in the bulk and at the wall. For low-viscosity fluids such as water, the viscosity at the wall μ_w can be assumed equal to the bulk viscosity μ_b . For viscous fermentation broths, because the broth temperature at the wall of the cooling coil is lower than in the bulk liquid, μ_w may be greater than μ_b , so that Nu is reduced somewhat. Equation (1) can be applied with all types of impeller and has an accuracy to within about 20% in ungassed systems. A range of alternative correlations for helical coils in stirred vessels is available in the literature [4].

When heat is transferred to or from a jacket rather than a coil, the correlation is slightly modified [4]:

$$Nu=0,36Re_i^{0,67}Pr^{0,33}(\mu_b/\mu_w)^{0,14} \quad (2)$$

Equations (1) and (2) were developed for ungassed systems but are applied routinely for aerobic fermentations. Gassing alters the value of fermenter-side heat transfer coefficients, but the magnitude of the effect and whether gassing causes an increase or decrease in heat transfer cannot yet be predicted. The rate of heat transfer in gas-liquid systems appears to depend on the distribution of bubbles in the vessel [6]; for example, accumulation of bubbles on or around the heat transfer surface is deleterious. Taking all of the above factors into account, it is apparent that correlations such as Eqs. (1) and (2) can provide only a starting point or rough estimate for evaluation of fermenter-side heat transfer coefficients.

Aerobic fermentations are typically carried out in tall vessels using multiple impellers; however, there have been relatively few studies of heat transfer using this vessel configuration. For helical cooling coils, geometric parameters such as the vertical separation between individual coils and the space between the coil and tank wall have been found to affect heat transfer, particularly for viscous fluids. Yet these factors are not included in most commonly used heat transfer correlations.

When estimating heat transfer coefficients for non-Newtonian broths, the apparent viscosity can be substituted for μ_b in the correlation equations and dimensionless groups. However, this substitution is not straightforward when rheological parameters change during the culture. The apparent viscosity also depends on the shear rate in the fermenter, which varies greatly throughout the vessel. These factors make evaluation of heat transfer coefficients for non-Newtonian systems difficult.

Conclusions

The analysis of calculation approaches to design heat exchangers for fermentation systems has been carried out. It was shown that calculation of equipment requirements for cooling of fermenters can sometimes be simplified by considering the relative importance of each heat transfer resistance. For large fermentation vessels containing cooling coils, the fluid velocity in the vessel is generally much slower than in the coils; accordingly, the tube-side thermal boundary layer is relatively thin and most of the heat transfer resistance is located on the fermenter side. Correlation equations developed for ungassed systems are applied routinely for aerobic fermentations. But the use of such correlation equations can provide only a rough estimate for evaluation of fermenter-side heat transfer coefficients. Gassing alters the value of fermenter-side heat transfer coefficients and make the task more complicated. The evaluation of heat transfer coefficients for non-Newtonian systems presents a lot of difficulties since the apparent viscosity of such fluids depends on the shear rate in the fermenter, which varies greatly throughout the vessel

References

1. Van't Riet, K., and J. Tramper. Basic Bioreactor Design, Marcel Dekker, New York, NY, p. 33 (1991).
2. Doran, Pauline M.. Bioprocess Engineering Principles / Pauline M. Doran. – Oxford: Academic press, 2013. – 919 p.
3. J.M. Coulson, J.F. Richardson, J.R. Backhurst, J.H. Harker, Coulson and Richardson's Chemical Engineering, vol. 1, sixth ed., Butterworth-Heinemann, 1999 (Chapter 9).
4. T.H. Chilton, T.B. Drew, R.H. Jebens, Heat transfer coefficients in agitated vessels, Ind. Eng. Chem 36 (1944), pp. 510-516.
5. G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott, Process Heat Transfer, CRC Press; 1994.
6. G.J. Xu, Y.M. Li, Z.Z. Hou, L.F. Feng, K. Wang, Gas_liquid dispersion and mixing characteristics and heat transfer in a stirred vessel, Can. J. Chem. Eng. 75 (1997), pp. 299-306.

Використання екстракту кульбаби лікарської для профілактично-лікувальних цілей обслуговуючого персоналу авіаліній

Анотація: В статті розглянуті вплив біологічно активних речовин рослинного походження на якість ферментованих напоїв. Визначено оптимальні умови екстракції, при яких відбувається найкраще виділення біологічно активних речовин.

Ключові слова: ферментований напій, біологічно активні речовини, рослинна сировина, кульбаба лікарська/

Вступ В останні роки все більшу увагу приділяють виробництву напоїв, які містять біологічно активні речовини. Асортимент таких напоїв постійно розширюється за рахунок розробки нових технологій. Особливо спостерігається підвищена увага спеціалістів до сировини природного походження, що містить біологічно активні речовини. Природні унікальні комплекси рослинної сировини передбачають як лікувально-профілактичну дію, так і можливість їхнього використання в якості харчових добавок, оскільки вони володіють різними смако-ароматичними, дубильними, антиоксидантними, антимікробними та іншими властивостями [1].

На сьогодні існує велика кількість нетрадиційної сировини, яку додають в ферментовані напої на основі солодового сусла. Деякі з них мають технологічне призначення та використовуються завдяки присутності в них поліфенольних, дубильних, азотистих або мінеральних речовин. Частина з них мають фармакологічне призначення, що володіють вираженими профілактичним ефектом відносно якого-небудь захворювання (з антиканцерогенними, гепатопротекторними, антиоксидантними властивостями) екстракти більшості рослин, які використовують як добавки, найчастіше виявляють антиоксидантний ефект. Також існує група нетрадиційної сировини, яка забезпечує формування заданих органолептичних властивостей ферментованих напоїв на основі солодового сусла. Для цього вносять джерела ароматичних і смакових речовин (ефірні масла, рослинні екстракти)

Дослідження та отримання нового ферментованого напою

Враховуючи все вище сказане, актуальним є питання пошуку і збагачення напоїв біологічно активними речовинами природного походження також існує потреба в створенні нового та перспективного ферментованого напою на основі рослинної сировини. Сировиною для нового напою слугує екстракт кульбаби лікарської.

КУЛЬБАБА ЛІКАРСЬКА (*Taraxacum officinale*) — багаторічна трав'яниста рослина родини айстрових (складноцвітих). Має вертикальний, зовні червонувато-бурий, всередині — білий корінь, який угорі переходить у коротке розгалужене кореневище. Квіткові стебла (стрілки) дудчасті, круглі, безлисті, угорі павутинисті й закінчуються одиничними кошиками, 10-40 см заввишки. Всі листки — у

прикореневій розетці, притиснуті до землі або косо стоять угору, довгасто-обернено-ланцетні, вищерблено-зубчасті або глибоко-вищерблено-перисто-надрізані, з трикутними, іноді зубчастими і спрямованими вниз лопатями. Всі квіткі язичкові, яскраво-жовті, двостатеві. Плоди — сім'янки, з довгим дзьобиком, що має чубок з простих волосків. Цвіте з травня до осені.

Поширення. Кульбаба лікарська росте по всій території України на луках, серед чагарників, у садах, на городах, уздовж доріг.

Заготівля і зберігання. Для лікарських потреб використовують коріння (*Radix Taraxaci*), траву (*Herba Taraxaci*) і листя (*Folia Taraxaci*). Коріння кульбаби треба збирати восени, коли зів'яне листя. Коріння миють у холодній воді, а потім сушать при температурі 35-40°C. Сухого коріння виходить 20%. Строк придатності — 5 років. Траву заготовляють під час цвітіння рослини. Сушать її під укриттям на вільному повітрі або в приміщенні, яке добре провітрюється. Сухой траві виходить 12-13%. Листя кульбаби використовують свіжим для приготування салатів (придатне лише молоде листя, зібране до початку цвітіння рослини).

Хімічний склад. Коріння кульбаби лікарської містить гірку речовину тараксацин (до 10%), тритерпенові сполуки (тараксерол, тараксастерол, андростерол та інші), стерини (β-ситостерин, стигмастерин), флавоноїди (космозійн, лютеолін-7-глюкозид), нікотинову кислоту, інулін (до 24%), каучук (до 3%), жирну олію, слиз тощо. У суцвіттях і листі рослини є каротиноїди тараксантин і флавоксантин, тритерпенові спирти арнідіол і фарадіол, флавоноїди, аскорбінова кислота (до 50 мг%), рибофлавін та сполуки заліза, кальцію і фосфору.

Фармакологічні властивості і використання. У науковій медицині препарати кульбаби лікарської застосовують як засіб, що підвищує апетит і покращує травлення. Механізм дії полягає в спроможності біологічно активних речовин кульбаби подразнювати смакові рецептори порожнини рота, зумовлюючи тим самим рефлекторне посилення виділення шлункового соку та виділень з інших травних залоз. Крім цього, кульбаба посилює жовчотворення, тонізує впливає на жовчний міхур, виявляє сечогінні, спазмолітичні й проносні властивості, у зв'язку з чим застосування цієї рослини показане і дає добрий терапевтичний ефект при холециститах, гепатохолециститах, анацидних гастритах, ускладнених патологією гепатобіліарної системи та хронічними запорами. Коріння кульбаби лікарської входить до складу апетитних чаїв, жовчогінних чаїв і сечогінних чаїв. Галенові препарати кульбаби ефективні в профілактиці загального атеросклерозу. Як окремо, так і в сумішах з листям чорниці звичайної, кропиви дводомної і стручків (лушпиння) квасолі звичайної кульбабу призначають при цукровому діабеті (на початкових стадіях). У дерматології й косметичі настій коріння рекомендується вживати всередину при вуграх, фурункулах та медикаментозному дерматиті і як зовнішній засіб для знищення ластовиння. У вітчизняній і зарубіжній народній медицині, крім усіх вищезазначених випадків, коріння і траву кульбаби лікарської застосовують як відхаркувальний засіб при легеневих хворобах, як заспокійливий і снотворний засіб, при водянці, хворобах селезінки з млявим перебігом, нирковокам'яній і жовчнокам'яній хворобах, жовтяниці, при хронічних запорах і геморої, при

запаленні лімфатичних вузлів, проти глистів і як лактогенний засіб. Салати з молодого листя вживають при недовіжності, загальній слабості, як сечогінний, відхаркувальний, жовчогінний та «кровоочисний» засіб. Екстракт кульбаби густий (*Extractum Taraxaci spissum*) використовують як *constituens* при виготовленні пілюль. Молоді квіткові пуп'янки кульбаби маринують і вживають замість каперсів, а підсмажене в духовці коріння використовують як сурогат кави.

Головним джерелом біологічно активних речовин все ще залишається натуральна сировина рослинного походження [1–2]. До таких рослин належить кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.). Коріння кульбаби лікарської містить гірку речовину тараксацин (до 10 %), тритерпенові сполуки (тараксерол, таракастерол, андростерол та інші), стерини (β-ситостерин, стигмастерин), флавоноїди (космозін, лютеолін-7- глюкозид), нікотинову кислоту, інулін (до 40 %), каучук (до 3 %), жирну олію, слиз тощо [8]. У суцвіттях і листі рослини є каротиноїди тараксантин і флавоксантин, тритерпенові спирти арнідіол і фарадіол, флавоноїди, аскорбінова кислота (до 50 мг %), рибофлавін та сполуки заліза, кальцію і фосфору [5, 7].

Враховуючи лікувальні та профілактичні властивості кульбаби лікарської на даний час відсутні препарати, виготовлені з кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.) для дієтичного харчування, незважаючи на широке розповсюдження цієї рослини по всій території України [6].

Екстракція – один із методів отримання біологічно активних речовин із природних рослинних джерел [1–2]. Тому особливої уваги заслуговує вивчення процесів екстракції та інтенсифікації процесів екстрагування для вилучення біологічно активних речовин з кульбаби лікарської.

Матеріали та методи досліджень. Сировину кульбаби лікарської (коріння) збирали восени 2014 року, коли зів'яло листя. Висушували рослинну сировину за загальноприйнятими методами [4]. Екстракцію біологічно активних речовин в сировині кульбаби лікарської проводили наступним чином: 3 у конічну колбу місткістю 100 мл, вносили 1 г подрібненої сировини (ступінь подрібнення 2–3 мм [3]), додавали 50 мл дистильованої води і витримували на водяній бані протягом різного періоду часу та за різної температури. Після охолодження проб до кімнатної температури (20 °C) витяжку відфільтровували у мірну колбу місткістю 100 мл і доводили дистильованою водою до об'єму 100 мл. В кожній пробі визначали вміст фруктози.

За результатами проведених досліджень ми можемо сказати, що оптимальними умовами виділення біологічно активних речовин є екстракція подрібненої до розміру 2-3 мм кульбаби лікарської дистильованою водою на водяній бані протягом 30 хв при температурі 55 °C. Оптимальне співвідношення між сировиною і екстрагентом для кульбаби лікарської становить 1:20.

Вивчено склад та властивості ячмінно-солодового екстракту як «основи» для ферментовано напою, підібрані оптимальні співвідношення ячмінно-солодового екстракту, водного екстракту з коріння кульбаби лікарської і необхідної кількості глюкозно-фруктозного сиропу для одержання збалансованого за компонентним складом напою.

Для створення «основ» для ферментованих напоїв було запропоновано використання ячмінно-солодового екстракту (сухі речовини 70 %). Відомо, що

ячмінно-солодовий екстракт містить цілий комплекс біологічно активних речовин таких як вітаміни, ферменти, амінокислоти. Приготування водного розчину ячмінно-солодового екстракту проводили наступним чином. Брали 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 г наважки екстракту, кількісно переносили в мірну колбу на 100 см³ і доводили дистильованою водою до мітки. Визначали органолептичні показники.

Необхідно відмітити, що аромат посилюється зі зростанням концентрації розчинів, його відтінки змінюються від трав'яного до мелового.

Далі для приготування напою необхідно підібрати співвідношення компонентів напою, а саме 1 % водного екстракту коріння кульбаби лікарської та 4 % розчину ячмінно-солодового екстракту.

Зі збільшенням кількості екстракту аромат та смак посилюється. Для покращення органолептичної оцінки було запропоновано в якості підсолоджувала використовувати глюкозно-фруктозний сироп.

Було розроблено ферментований напій до складу якого входив 1 % водний екстракт з коріння кульбаби лікарської, в якості підсолоджувала глюкозно-фруктозний сироп та 4 % розчин ячмінно-солодового екстракту. Збродження проводили хлібопекарськими дріжджами при температурі 28 °С протягом 24 годин. Приготування купаного сиропу проводили холодним способом, оскільки даний спосіб дозволяє зберегти усі цінні компоненти напою.

Використання екстракту рослинної сировини з біологічно активними речовинами у виробництві приготування ферментованого напою дає нам можливість не тільки збагатити цінними речовинами напій, а й використовувати його для профілактично-лікувальних цілей обслуговуючого персоналу авіаліній. Це здійснюється з метою підвищення продуктивності праці працівників.

Висновки: Отже використання екстракту кульбаби лікарської при одержанні ферментованого напою дає нам можливість збагатити продукт біологічно активними речовинами. Використання напою для обслуговуючого персоналу авіаліній дозволяє підвищити продуктивність праці, адже здійснює профілактично-лікувальний ефект.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безчаснюк Е. М. Процесс экстрагирования из лекарственного растительного сырья / Безчаснюк Е. М., Дяченко В. В., Кучер О. В. – К.: Фармаком 1. – 2003. – С. 54-56.
2. Гудзенко А. В. Фармакогностичне дослідження надземної частини кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.) та розробка способів аналізу біологічно активних речовин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фарм. наук : спец. 15.00. 02 «Фармацевтична хімія та фармакогнозія» / А. В. Гудзенко. – К., 2008. – 21 с.
3. Гойко І.Ю. Перспективи використання екстрактів з плодів волоського горіха як компонентів харчових продуктів функціонального призначення / І.Ю. Гойко, В.Д. Іванова, Н.В. Шнайдер // Наукові праці НУХТ. – 2011, №43. – С. 68-71.
4. Державна Фармакопея України (діюче видання) / ДП «Науково-експертний фармакопейний центр». – 1-е видання. – Харків: РІРЕГ, 2001.
5. Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://hesychia.in.ua/taraxacum_officinale_uk.htm.

6. Романова З. М. Особливості технології напоїв з нетрадиційної сировини / З. М. Романова, Л. О. Косоголова. – Проблеми екологічної біотехнології – [Електронний ресурс]. – 2013. – №1. – Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/4735/4849>
7. Цуркан О. О. Вміст біологічно активних речовин у надземній частині кульбаби лікарської залежно від фази вегетації / Цуркан О. О., Ковальчук Т. В., Гудзенко А. В. – Тернопіль : Фармацевтичний часопис. – 2007. – № 4. – С. 25.
8. Contribution to the composition of dandelion / [Vitez L., Sluga H., Golc W.A., Mihelich E.]. // Nova proizv. – 1986. – Vol. 37, N. 5–6. – P. 193–197.
9. Williams C. A. Flavonoids, cinnamic acid and coumarins from the different tissue and medicinal preparations of *Taraxacum officinale* / Williams C. A., Goldstone F., Greenham I. // Phytochemistry. – 1996. – 42 (1). – P. 121–127.
10. Earle M.D. Building the future on new products / M.D. Earle, R.L. Earle. – Leatherhead : Leatherhead

Вивчення та удосконалення складу середовища для калюсогенезу лікарських рослин на прикладі *Panax Ginseng*

Вступ У останні десятиліття у зв'язку з дефіцитом природної лікарської рослинної сировини значно зріс інтерес до біотехнологічного методу його отримання. Використання клітинних культур рослин дозволяє вирішити проблеми браку початкової сировини, дає можливість здійснювати керований біосинтез екологічно чистої біомаси в промисловому масштабі. В той же час, через відсутність детальних розроблених технологій виробництва існує не так багато лікарських препаратів, що отримують методом культури тканин [12].

Одним з напрямів наукових досліджень є створення нових препаратів на основі штамів культури тканин рослин сімейства аралієвих, зокрема, женьшеню. З активним розвитком інноваційних біотехнологій стає можливим прискорювати процес розмноження лікарських рослин та отримувати за короткий час потрібну кількість оздоровленого і життєздатного матеріалу. В основі культури клітин, тканин і органів, зокрема і клонального мікророзмноження, лежить морфогенез [1, 2]. У культурі калюсних тканин морфогенезом називають виникнення організованих структур із неорганізованої маси клітин [2].

Матеріали і методи. Матеріал дослідження – біомаса тканини женьшеню; водно-спиртовий екстракт із біомаси тканини женьшеню. існуюча технологічна лінія по вирощуванню біомаси женьшеню та отримання з неї водно-спиртового екстракту; Методи визначення вологості та зольності сухої біомаси женьшеню, визначення сапонінів, вмісту етанолу, сухого залишку екстракту проводили за відповідними стандартними методиками [

Експлантатами, на яких отримували первинні калюси слугували асептичні фрагменти стебел, (0,5-1,0 см), культивованих в умовах *in vitro*. Для індукції калюсогенезу вихідні експланти поміщали на агаризоване живильне середовище, за основу якого було взято середовище МС [1] з додаванням різної концентрації екзогенного ауксину 2,4- Д та цитокініну ТДЗ (0,5-2,0 мг/л -1). Пасажування калюсних культур проводили кожні 30-35 діб. Маса трансплантату, що становила 2 г культивували в культуральному посуді з 20 мл живильного середовища. Експеримент з утворення калюсу та активної проліферації клітин проводили в термостаті без освітлення ($t=24\pm 2$ °C) та в культуральній кімнаті за температурою 24 ± 2 °C, вологістю повітря 70 %, освітленням 3-4 тис. Лк., 16-годинним фотоперіодом. Під час введення рослин в культуру, приготування ЖС, вирощування та пасажування мікророслин дотримувались загальноприйнятих методик [2]. Гістохімічні та цитологічні дослідження рослин проводили на мікропрепаратах товщиною 10- 12 мкм. Фрагменти вегетативних органів, калюсні тканини 24 год фіксували розчином Чемберлена (70 % етиловий спирт – формалін – льодяна оцтова кислота – 90:5:5) [2], далі проводили дегідратацію матеріалу та

просочували його парафіном. Зрізи готували на санному мікротомі. Диференціальне фарбування рослинних тканин проводили сафраніном – водним синім [2].

Результати і обговорення. Успіх в культивуванні *in vitro* клітин, тканин і органів рослин багато в чому визначається складом поживного середовища. Часто до складу поживних середовищ додають рослинні екстракти, що володіють властивостями, які активують ріст. Визначальним чинником для росту і біосинтетичної активності клітин, зокрема для синтезу гінзенозидів у женьшеню, є наявність в поживному середовищі стимуляторів росту, зокрема, ауксинів і цитокінінів, причому для інтенсивного росту необхідне їх певне оптимальне співвідношення [2].

Був проаналізований експеримент за визначенням впливу метилжасмоната на синтез тритерпенових гінзенозидів в суспензійній культурі *P. Japonicus* [1,2]. Метилжасмонат додавали на 14-у добу (внесення речовини до раніших термінів культивування може викликати пригнічення росту) в трьох концентраціях — 1 мкМ, 10 і 100 мкМ. Оскільки додавання стимулятора доводилося на фазу уповільнення росту культури, істотного впливу на криву росту він не зробив. Найбільше накопичення тритерпенових гінзенозидів з переважанням Rg-групи спостерігалось в кінці культивування у варіанті з додаванням 1 мкМ метилжасмоната. В порівнянні з контролем, вміст гінзенозида Re у варіанті 1 мкМ метилжасмоната збільшилося майже в 2 рази.

Висновки Внаслідок проведених досліджень зробили висновок, що фітогормональний склад середовища приводить не тільки до зміни загального вмісту гінзенозидів в біомасі, але і до зміни співвідношення Rb- і Rg- груп і окремих гінзенозидів. Підвищення рівня сахарози в середовищі приводить до збільшення агрегованості культури і значно знижує синтез гінзенозидів. Додавання метилжасмоната (у дозі 1 мкМ)

Ю.А. Желєзнякова, А.М. Ковальов, к. м. н., А.В. Поштаренко,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Про значення лецитину у харчуванні сучасної людини

Наведено відомості про лецитин, як біологічно активну речовину харчових продуктів. Проаналізовано його позитивний і негативний вплив на організм людини. Перелічені харчові продукти джерела лецитину. Розглянуті потреби здорового організму у лецитині, рекомендовані дози його вживання в залежності від стану здоров'я.

Організм людини в результаті еволюційного розвитку «звик» отримувати в щоденному раціоні дня для своїх численних біохімічних реакцій більше 600 різних біологічно активних компонентів, нутрієнтів - по Луніній Т.Н. (2003, С.5) або нутрицевтиків, по Методичним рекомендаціям (2000, С.7) Саме вони забезпечують всі процеси, пов'язані з розвитком і розмноженням. Біологічно активні компоненти забезпечують міцний імунітет, адаптацію-приспосовування через нейроендокринну систему до всіх зовнішніх або внутрішніх негативних факторів. Нарешті, вони забезпечують процес розмноження. Нашому організму щодня необхідно 60 мінералів, 16 вітамінів, 12 основних амінокислот і протеїновмісних білків і 3 ненасичені кислоти (Інформаційно-довідкове видання. Фітокомплекси компанії «СНОІСЕ», 2001).

Серед багатьох біологічно активних речовин харчових продуктів важливе місце належить лецитину.

Лецетин відомий таксамо, як фосфатидилхолін і є фосфоліпідом, який містить приблизно 13% холіну, який знаходиться у клітинній мембрані та ліпопротеїнах рослин та тварин. Холін (амін) – представник фосфоліпідів лецитину, сфінголецитину та нейротрансмітера ацетилхоліну. Він може бути синтезований в організмі, якщо наявний надлишковий метіонін, тому є незамінним харчовим інгредієнтом тільки у тому випадку, якщо необхідність у ньому перевищує його ендогенне виробництво.

Хоча нормальний раціон містить кількість холіну, необхідне для підтримання функцій здорових органів, для деяких людей існує ризик дефіциту, включаючи дітей, вагітних жінок або годуючих жінок, пацієнтів з цирозом печінки та знаходячихся на повному парентеральному харчуванні(ППП)[1]. У деяких дослідження повідомлялось, що дефіцит холіну у поєднанні з довгостроковим введенням ППП призводить до гепатичної себореї[2,3,4].

У здорових людей раціони, збіднені холін, призводять до зниження концентрації плазмового холіну та розвитку дисфункції печінки[5]. Оскільки себорея і дисфункція можуть бути усунуті після прийому добавок лецитину або холіну, холін є тепер загально визнаним «кондиційно» незамінним живильним інгредієтом для нормальної функції печінки.

Відомо, що споживання продуктів з дефіцитом лецитинів і їх з'єднань веде до зростання захворювань різного генезу: психічних, дерматологічних, хвороб органів травлення та інших.

В даний час у більшості розвинених країн розгорнуто повномасштабне виробництво лецитинів як у вигляді харчових добавок, так і у вигляді лікарсько-профілактичних препаратів. Добова потреба здорової людини в лецитині становить до 7 грам. У вагітних і жінок, що годують, осіб важкої фізичної праці, у людей, що зловживають алкоголем та інших необхідність у фосфоліпідах зростає. Таким чином, споживання фосфоліпідів необхідно:

1. Профілактичне - для поповнення фізіологічної потреби організму у цій групі харчових речовин.

2. Фармакологічне - для корекції порушень обміну речовин, пов'язаних з дефіцитом фосфоліпідів в організмі, а з ним і патогенетичних змін різної природи на клітинному, потім тканинному рівнях.

Саме лецитин - один з важливих складових компонентів раціону харчування людини. Основна функція лецитинів в організмі – участь у побудові біологічних мембран. Лецитин забезпечує постійність внутрішнього середовища клітин, регуляцію функцій багатьох ферментів, бере участь в процесах згортання крові, імунологічних реакціях, відновленні функцій мозку і печінки, покращує співвідношення ліпопротеїдів високої і низької щільності, попереджаючи розвиток атеросклерозу, сприяє засвоєнню жиророзчинних вітамінів, є джерелом холіну - субстрату для утворення нейромедіатора ацетилхоліну. Останній в свою чергу забезпечує функціонування нервових волокон і слугує сировиною для синтезу лецитинів, метіоніну, стимулює синтез фосфоліпідів. Наша печінка на 50% складається з лецитину, мозкова речовина – на 30%.

Ознака нестачі лецитину в організмі: погана пам'ять, зосередженість; застій в жовчному міхурі; жирова дистрофія печінки; зниження зору; часті головні болі; артеріальна гіпертензія, шум у вухах; безсоння, роздратованість; депресія; зниження працездатності; уповільнення росту; порушення серцевого ритму; порізи, паралічі; інсульти; захворювання шкіри; захворювання суглобів; патологія кістково-суглобового апарату хребта; непереносність жирної їжі.

Підраховані середні споживання в типовому американському раціоні становлять 500-1000 мг холіну в день. Однак в залежності від смаку можна приймати більше 2000 мг холіну в день[4]. Багатим джерелом холіну (табл. 1) є яєчні жовтки, шпинат, м'ясо, горіхи, проростки пшениці. Холін міститься в їжі у вигляді лецитину і вільного холіну. Лецитин використовується як емульсифікатор в оброблених продуктах харчування, таких, як майонез, сметана і салатні заправки.

За даними літератури, лецитин з яєчних жовтків часто сприяв розвитку алергічних реакцій. Тому розроблені технології його отримання з масел соняшникової та соєвої. Функції лецитину в організмі людини: є важливим структурним компонентом клітинних мембран, попереджає пошкодження мієлінових оболонок нервових волокон, а з цим і ряд захворювань нервової системи, активізує мозкову діяльність, знижує інсулінові потреби діабетиків, оптимізує роботу гормональної системи, сприяє профілактиці новоутворень, покращує роботу травного тракту, попереджає запори, дисбактеріоз, стимулює жовчовиділення, перешкоджає утворенню жовчних каменів, захищає печінку від ожиріння, сприяє засвоєнню жиророзчинних вітамінів А, Д, Е, К, очищує стінки

судин від холестеринових бляшок, корисний у профілактиці атеросклерозу, сприяє зниженню маси тіла.

Таблиця 1
Кількість холіну, лецитину та загального холіну у його джерелах

Харчові продукти	Холін, мг	Лецитин, мг	Загальний холін, мг
Яйце (1 велике)	0,2	2,009	282,3
Біфштекс (3,5 унцій)	0,8	466	68,8
Горіхове масло (2 ст. ложки)	13,0	97	26,1
Кольорова капуста (½ чашки)	6,3	107	22,2
Кава (6 унцій)	18,6	2	19,3
Апельсин (1 шт.)	2,9	83	10,4
Лецетиновий порошок (1ст. ложка 7,5 г)	-	1,726	250

1 унція = 28,35 г

Джерело: База даних з харчових продуктів Міністерства землеробства

США

У 1988 р. Рада з харчових продуктів і харчування Національної академії наук США встановив Норми адекватного споживання (А1) холіну 425 мг для жінок і 550 мг для чоловіків. Ніяких рекомендованих правил з раціону не вироблено через відсутність даних або їх непереконливості. Холін у вигляді холінхлориду, бітрату холіну або їх лецитину випускається у таблетках, капсулах, порошках або у деяких спортивних напоях. Більша частина промислового лецитину, наявного у продажі, є сумішню фосфоліпідів або може містити менше 50% чистого лецитину. Деякі виробники постачають 90-98% лецетинового порошку, витягнутого з бобів. Холін з раціону всмоктується у тонкому кишківнику, деяка його кількість метаболізується кишковими бактеріями. Лецитин розкладається фосфоліпазами і залишковий вільний холін приєднується до портального кровообігу[1].

Отже, лецитин відноситься до групи жирів і містить в своєму складі групу есенціальних фосфоліпідів, поліненасичених жирних кислот (ліноленову, лінолеву, олеїнову), каротиноїди і мінеральні речовини (фосфор, калій, кальцій, магній, натрій). Лецитин містить приблизно 13% холіну у масі. У присутності вітаміну B₅, (пантотенової кислоти) холін перетворюється в ацетилхолін - один з найважливіших мозкових нейромедіаторів для процесів пам'яті і мислення. Фосфоліпіди одночасно є будівельними і поживними речовинами клітин організму, «транспортном» для доставки в клітку вітамінів, мінералів та інших біоактивних речовин, потужним природним антиоксидантом, що зв'язується в організмі з високотоксичними вільними радикали. Лецитин отримують з риби, печінки, м'яса, пивних дріжджів, а також з сої і насіння соняшнику. Останні є джерелом більш активного «овочевого» лецитину. Найкращими харчовими

джерелами пантотенової кислоти є горіхи, насіння, зерно, висівки, спаржа, брокколи, зелені частини рослин, яєчний жовток, печінка, м'ясо.

Поснадання лецитину з пантотеновою кислотою (B_5) сприяє нормалізації процесів збудливості і гальмування кори головного мозку, стабілізації функціонування підкоркових структур. Саме лецитину, як натуральної біодобавки, належить одна з ключових ролей у забезпеченні повноцінної роботи мозку.

На думку доктора Колумбійського університету Уоррена Мекка, холін, що входить до складу лецитину і отриманий дитиною в перший рік життя з молоком матері, має вирішальне значення для розвитку пам'яті, її ємності і стійкості при старінні.

Концентрації плазмового холіну були знижені приблизно на 40% у тренуваних бігунів, які виконують 26-км забіг. Автори запропонували, що зменшення плазмового холіну, пов'язане з силовими вправами, може знизити вивільнення ацетилхоліну і, таким чином, впливати на витривалість під час тренування.

У рандомізованому перехресному (несліпому) дослідженні з використанням плацебо у контролі 10 елітним атлетам-трейхборцям давали велику дозу лецитину (0,2 г на 1 кг маси тіла) за 1 год до початку тренування, що запобігло зниженню плазмового холіну після 2 год їзди на велосипеді. При прийомі плацебо концентрації плазмового холіну понизились в середньому на 16,9 %. Вплив зниження рівнів холіну на виконання навантаження не пройшло перевірку.

У подвійному сліпому перехресному спланованому дослідженні 20 велосипедистів їхали зі 160% -ї віддачею енергії або 70% -ї віддачею енергії до знемоги через годину після того, як випили напій, що містить або не містить бітартрат холіну (2,43 г). У жодній з груп рівень сироваткового холіну під час тренування (у спортсменів, які приймали холін і не приймали його) не знизився; ніяких відмінностей між групами у часі до втоми та фізичної працеспроможності не спостерігалось. Автори прийшли до висновку, що у тренуваних велосипедистів рівень холіну незалежно від тривалості залишається однаковим; для зниження втоми холінові добавки також не приносять ніякої користі.

У 1970-1980-х роках споживання холіну або лецитину пацієнтами з хворобою Альцгеймера було протестовано у декількох випробуваннях.

Теоретично збільшення рівнів плазмового ацетилхоліну за допомогою введення холінових добавок повинно послабити симптоми деменції. Вважається, що хвороба Альцгеймера зв'язана з відсутністю ферменту холінової ацетилтрансфери та утворення ацетилхоліну цим ферментом посилюється, коли у мозок надходить більша кількість холіну. Хоча у окремих пацієнтів з хворобою Альцгеймера і спостерігалось реакція на лікування холіном або лецитином, загальні результати дослідження не дають підстав припускати, що ці добавки приносять в даному випадку будь-яку користь[4].

Безпека холіну недостатньо вивчена. Невеликі побочні ефекти, пов'язані з високими пероральними дозами холіну (20 г), включають шлунково-кишкові розлади, нетримання сечі і діарею. Надлишковий холін (вище 20 г) може викликати рибний запах через розкладання триметиламіну у кишечнику.

Заклопотаність може бути викликана пригніченням рецепторів допаміну і порушенням балансу нейротрансмітера при постійному прийомі високих доз холіну.

Висновки

Нові дослідження припускають, що холін - умовно незамінна поживна речовина. Його дефіцит не є проблемою для більшості людей, оскільки холін і лецитин містяться у великій кількості продуктів. Національна академія наук США вважає, що є мало даних, щоб стверджувати, що ця харчова добавка необхідна на всіх стадіях життєвого циклу і, можливо, потреба в холіне задовольняється за допомогою ендогенного синтезу на якихось з цих стадій.

Результати дослідження щодо зменшення рівнів холіну під час спортивних тренувань дуже суперечливі. Однак обмежені дослідження показують, що добавки холіну/лецитину не сприяють поліпшенню виконання навантажень.

Показано також, що добавки холіну/лецитину не знижують вираженість симптомів хвороби Альцгеймера. Обмежені дослідження пацієнтів з біполярними порушеннями не забезпечують наявності даних, які гарантують положення дії добавок лецитину при біполярних порушеннях.

Необхідне проведення контрольованих досліджень, щоб підтвердити інформацію про те, що додатковий холін/лецитин покращує пам'ять і мислення у здорових людей.

Хоч і рідко, але дефіцит холіну, пов'язаний з гепатичною себореею під час тривалого введення парентерального харчування, усувається добавками холіну. Відомостей про те, що додатковий холін/лецитин може попередити або лікувати переродження печінки, немає.

Список літератури

1. Zeisel SH. Choline and phosphatidylcholine. In: Shils ME, Olson JA, Shike M AC, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 9th ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger; 1999:513-523.
2. Buchman AL, Dubin M, Jenden D, et al. Lecithin increases plasma free choline and decreases hepatic steatosis in long-term total parenteral nutrition patients. *Gastroenterology*. 1992;102:1363-1370.
3. Buchman AL, Dubin MD, Moukarzel AA, et al. Choline deficiency: a cause of hepatic steatosis during parenteral nutrition that can be reversed with intravenous choline supplementation. *Hepatology*. 1995; 22:1399-1403.
4. Shrouts EP. Essential nature of choline with implications for total parenteral nutrition. *J Am Diet Assoc*. 1997;97:639-646, 649.
5. Zeisel SH. Choline: an important nutrient in brain development, liver function, and carcinogenesis. *J Am Coll Nutr*. 1992;11:473-481.

*І.П. Севрук, А.М. Редька, О.М. Ковальов,
(Національний авіаційний університет, Україна)
Н.Н. Олейнікова (Стоматологічна клініка «Парнас-Дент», Україна)*

Біологічно активні речовини хлібних злакових рослин

Висвітлені питання хімічного складу та застосування хлібних злакових рослин: пшениці, жита, вівса, кукурудзи, проса, рису та сорго. Перераховані біологічно активні речовини, які містяться в них. Показано, що злакові рослини за вмістом в них біологічно активних речовин можуть бути як харчові, так і лікарські.

Продовження таблиці 1

В даний час їжу розглядають не лише як джерело енергії і пластичних речовин, але як і носія біологічно активних речовин, які навіть в мінімальній кількості виявляють певний вплив на людський організм[1].

До числа біологічно активних речовин відносяться деякі амінокислоти, білки, ряд поліфенольних сполук, алкалоїди, гормони, мікроелементи, вітаміни, біогенні аміни, вищі жирні кислоти, простагландини та інші. Деякі продукти рослинного походження завдяки наявності складного комплексу різних за структурою сполук можна успішно використовувати при дієтичному харчуванні, для лікування та профілактики ряду захворювань. Тому, залежно від наявності тих чи інших сполук всі продукти рослинного походження умовно об'єднані в групи. Такий розподіл показує, як на основі вмісту в них біологічно активних речовин вони можуть бути використані і як харчові, і як лікарські. Майже у всіх продуктах рослинного походження містяться поліфенольні сполуки. До них відносяться прості феноли, фенолкарбоксильні сполуки (фенолокислоти), кумарини, хромони, флавоноїди. Багато із цих сполук обумовлюють біологічну або фармакологічну дію.

До злакових рослин належать пшениця, жито, овес, кукурудза, просо, рис, сорго[2].

Пшениця. Вона може бути яровою та озимою. Найбільш важливими культивованими видами є пшениця м'яка і тверда.

Пшениця м'яка – основний вид, що культивується в багатьох країнах. До неї відносяться скороспілі, посухостійкі і зимостійкі форми.

Хімічний склад. В зерні міститься до 11,6% (в озимій) і 12,7% (в яровій) білків, 6,6% – жирів, 66-68% вуглеводів (із них на долю крохмалю в яровій припадає 53,7%, в озимій – 52,4%), наявні мінеральні речовини (Na, K, Ca, Mg, P, Fe), вітаміни: В₁ (0,41 і 0,46 мг% відповідно), В₂ (0,17 і 0,13 мг%), РР (5,04 і 7,13 мг%), клітковина (2,4 і 3,4 %).

Пшениця тверда розповсюджена переважно в Україні, Росії, Казахстані.

Хімічний склад. В зерні міститься 13% білків, 2,5% – ліпідів, 67,5% – вуглеводів, в тому числі 54,9% – крохмалю, 2,3% – клітковини, наявні також, що і в пшениці м'якій, мінеральні речовини і вітаміни.

Зерно використовують для приготування крупи та борошна. Розрізняють борошно вищого, першого та другого сорту. Хімічний склад борошна наведений нижче.

Таблиця 1

Хімічний склад борошна

Сорт	Вода	Білки	Сума ліпідів	Вуглеводи	Клітковина	Зола
Вищий	14,0	10,3	1,08	74,2	0,1	0,5
Перший	14,0	10,6	1,30	73,2	0,2	0,7
Другий	14,0	11,7	1,81	70,8	0,6	1,1
Цільно-зерновий	14,0	12,5	2,15	68,2	1,9	1,5

Найвищий вміст вітаміну В₁ у цільнозерновому борошні (0,4 мг%), найнижчий - в борошні вищого сорту (0,17 мг%). З борошна виготовляють хліб, хлібобулочні і макаронні вироби. Манну крупу включають в дієту при захворюваннях шлунково-кишкового тракту і після операції на органах травлення. У манній крупі багато заліза, гаюлю. Вони є важливими компонентами оболонки еритроцитів, а залізо входить до складу гемоглобіну.

Ячмінь. До роду ячменя відносяться 29 видів, розповсюджених на всіх материках. У культурі два види - ячмінь звичайний і ячмінь дворядний. У межах цих двох видів є багато різновидів[2].

Хімічний склад. У зерні міститься 11,5% білків, 2% - жирів, 65,8% - вуглеводів (з них на частку крохмалю припадає 50,1%), 4,3% клітковини, є мінеральні речовини (Na, K, Mg, Ca, P, Fe і ін.), вітаміни: В₁ - 0,33, В₂ - 0,12, РР - 1,5 мг%.

Зерно використовують для приготування перлової і ячної крупи, борошна, а також пива і солоду. Підсмажені ячмінні зерна застосовують як сурогат кави. Ячмінні крупи містять значну кількість заліза і фолієву кислоту (65 мг%), тому їх рекомендують для стимулювання кровотворення.

Жито. До роду жита відносяться п'ять видів, з яких в культурі відоме жито посівне.

Хімічний склад. У зерні міститься 9,9% білків, 1,6% - жирів, 70,9% - вуглеводів (з них на частку крохмалю припадає 54%), 1,9% - клітковини, є ті ж, що у пшениці і ячменю, мінеральні речовини, вітаміни: В₁ - 0,44, В₂ - 0,2, РР - 1,3 мг%. Є також каротиноїди, токоферолі, антоціани. У зернах містяться дельфінідин - 3-рутинозид, колеоптіле - ціанідин-3-рутинозид, молодих листочках - ціанідин-3-глюкозид, в листях - 3-глюкозид, 3-рамнозил-глюкозид, 3-рамнозил-диглюкозид ціанідину.

Зерна використовують для приготування борошна. Розрізняють борошно житнє сіяне, обдирне і цільнозернове. В останньому - найвищий вміст білків і вітамінів, але менше вуглеводів.

Овес. Відомий в культурі в багатьох різновидах.

Хімічний склад. У зерні міститься 10,1% білків, 4,7% - жирів, 57,8% - вуглеводів (з них на частку крохмалю припадає 36,1%), 10,75% - клітковини, мінеральні речовини (Na, K, Mg, Ca, P, Fe), вітаміни B₁ - 0,44, B₂ - 0,2, PP - 1,3 мг%. У листях є флавонові С-глікозиди (вітексин-рамнозиди, 2-арабінозид ізовітексину, рамнозид ізосвертизину та ін.), трицин.

Зерна використовують для приготування крупи, пластівців («Геркулес»), толокна. У народній медицині відвар зерна застосовують як болезаспокійливий засіб, а зерно - для припарок.

Завдяки ліпотропним властивостям вівсяну крупу, «Геркулес» і толокно використовують в лікувальній терапії при захворюваннях печінки і серця. Вівсяну кашу (без молока) рекомендують при хронічному свинцевому отруєнні. У дитячому харчуванні готують страви з вівсяної крупи на молоці для заповнення дефіциту кальцію.

Рис посівний. В культурі відомо багато сортів, згрупованих у багато чисельні різновиди (близько 200), які відносяться до підвиду рис звичайний і короткозернистий.

Хімічний склад. В зерні міститься 7,5% білків, 2 – жирів, 61,3 – вуглеводів (в тому числі крохмалю 55,2%), 9% клітковини, що містить макро- і мікроелементи (Na, K, P, Ca, Mg, Fe, Zn, Al, B, U, I, Co, Mn, Cu, Mo, Ni, Se, F, Cr), вітаміни: B₁ – 0,34, B₂ – 0,08, PP – 3,82 мг%.[3] Рослина містить також флавоноїди, амінокислоти (ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, тирозин, треонін, триптофан, валін). У рисовому борошні 252 мг% ванілінової, 680 – ферулової і 368 мг% кавової кислот.

Зерна використовують для приготування крупи і борошна. В Японії та Китаї з рису шляхом зброджування отримують алкогольний напій «Сако». З лушпиння виробляють фітін.

Просо посівне. Розрізняють 5 підвидів рослин: розлогі, розвивисті, овальні чи напівкормові, жгаті, кормові.

Хімічний склад. В зерні міститься 11,2% білків, 3,8 – жирів, 60,7 – вуглеводів (в тому числі 54,7% крохмалю), 7,9% клітковини, в ньому більше калію (453мг%), ніж в інших зернових, але менше, ніж у рисі.

З проса отримують пшоно, яке по наявності протеїну перевершує інші крупові культури. У зв'язку із ліпотропною дією його рекомендують в дієтичному харчуванні при захворюваннях серцево-судинної системи і печінки, в разі необхідності – для стимулювання кровотворення.

Кукурудза. Підрозділяється на підвиди, які мають різні назви і використання.

Хімічний склад. В зерні міститься 10,3% білків, 4,9 – жирів, 67,5 – вуглеводів (у тому числі крохмалю 56,9%), 1,2% клітковини, наявні мінеральні речовини (Na – 14 – 28, K – 246 – 387, Ca – 99, Mg – 120 – 127, P – 218 – 298, Fe – 4,4 – 5,0, Cu – 0,146, Ni – 0,140 мг%), вітаміни: B₁ – 0,38, B₂ – 0,14, PP – 2,10 мг%; каротиноїди (зеаксантин, лютеїн), в качанах містяться флобафени (лютеофорол та апіфорол). В

кукурудзяних рильцях наявні також вітаміни К, С, В₃, інозит, вуглеводи, смоли, сапоніни, ситостерол, стигмастерол.

Жирна олія, отримана із зародків, містить тригліцериди олеїнової кислоти (45%), лінолевої (до 48), гліколевої і граничних кислот (до 11%). В склад граничних кислот входять арахінова, капронова, каприлова, капрінова і фітостерини.

Кукурудзяну олію рекомендують для профілактики і лікування атеросклерозу. Рідкий екстракт і настій кукурудзяних рильць застосовують при холециститах, холангітах, гепатитах, як кровоупиняючий, сечогінний і седативний засіб. Кукурудзяну крупу рекомендують при кишкових захворюваннях, мікроелементи, які містяться в ній, сприяють кровотворенню.

Сорго. Продовольче значення мають джугара або сорго поникле, гаолян, сорго китайське, хлібне, цукрове. Останнє раніше вирощували для отримання цукру, на сьогодні культивують як кормове. Всі ці види розповсюджені в країнах із посушливим жарким кліматом[4].

Хімічний склад. В зерні міститься 13,5% білків, 11,1 – жирів, 66,4 – вуглеводів (із них на долю крохмалю припадає 56%, 3,5% клітковини, наявні мінеральні речовини (Na – 89, K – 202, Ca – 66, Mg – 96, P – 328, Fe – 2,6 мг%), вітаміни: B1 – 0,46, B2 – 0,12, PP – 3,32 мг%. По складу сорго близьке до зерна кукурудзи, але перевершує його по кількості олії. Головними фенольними з'єднаннями в зернах сорго являються лейколютеолінідин і дубильні речовини (від 0,1 до 0,67%).

Зерно використовують для виготовлення борошна, крупи, лакомств, пива.

Висновки

Хлібні злакові рослини навіть в мінімальній кількості здійснюють певний вплив на людський організм. Їх можна успішно використовувати при дієтичному харчуванні, для лікування і профілактики ряду захворювань.

Список літератури

1. Ванханен В.Д., Ванханен В.В. Применение учения о функциях пищи и ее биологическом действии для построения концепции научных основ питания и профилактики заболеваний алиментарного генеза/Міжнар. наук.-практ. конференція, 15-16 травня 2003р.-Зб. тез доп.-К., ІГМЕ, 2003.-С.18
2. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винокурова и др. – К.: Урожай, 1992. – 192с.
3. Гуляй М.П. Проблема дефіциту мікронутрієнтів в раціоні харчування сучасної людини, шляхи його подолання/ Міжнар. наук.-практ. конференція, 15-16 травня 2003р.-Зб. тез доп.-К., ІГМЕ, 2003.-С.34-35.
4. Енциклопедія "Рослини світу" [Електронний ресурс] // Літера. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://roslunu.com.ua/z/299/>

*А.С. Ковальчук, В.В. Кірієнко, О.М. Ковальов
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Р.К. Мамедзаде (Київський центр нових технологій в стоматології.)

Біологічно активні речовини яєць домашньої птиці

Представлені відомості про біологічно активні речовини яєць домашньої птиці. Наведено хімічний склад курячих та перепелиних яєць та проведений їх порівняльний аналіз. Висвітлене питання харчової цінності яєць, їх дефекти та псування. Розглянутий технологічний процес виготовлення яєчного меланжа, сушки яйцепродуктів, переробки шкарлупи.

У харчуванні людини традиційно вживають яйця домашньої птиці, переважно курячі. Для харчових цілей використовують також яйця гусей, качок, індиків, цесарок, домашніх перепелів. Маса яєць залежить від породи, віку, умов утримання птиці, пори року, складу кормів і так далі. Яйце птиці — це велика яйцеклітина, оснащена всіма харчовими речовинами, необхідними для розвитку ембріону поза організмом матері. Цим і обумовлені специфічні біологічні властивості яєць як продукту харчування[1].

Ціле куряче яйце (без шкарлупи) вміщує в середньому, г в 100 г маси: води 73,6, протеїнів 12,7, ліпідів 11,5, вуглеводів 0,7, мінеральних речовин 1,1. Хімічний склад білку та жовтку неоднаковий. У білку склад речовин вміщує, г в 100 г маси: води 87,3, протеїнів 10,8, ліпідів 0,03, вуглеводів 0,9, мінеральних речовин 0,7. У жовтку води значно менше — близько 50 г в 100 г. Рівень протеїнів складає 16,2, ліпідів — 31,2, вуглеводів — 0,6, мінеральних речовин — 1,7 г в 100 г. У жовтку містяться майже всі вітаміни яйця.

Протеїни жовтку представлені переважно складними формами у вигляді комплексних з'єднань з ліпідами. Протеїни, які надходять з їжею, виконують такі основні функції: вони являються джерелом незамінних та замінних амінокислот, які використовуються в ході біосинтезу білка; амінокислоти — попередники гормонів, порфіринів біогенних амінів, а також інших біомолекул; окиснення вуглеводного скелета амінокислот несе певний вклад в щоденну сумарну витрату енергії. Всі протеїни жовтку — ововітелін, ововітетин і фосфолітин — є фосфопротеїдами. У тваринному організмі амінокислоти використовуються в ході біосинтезу білка, при цьому біологічна цінність протеїну прямо пропорційна рівню амінокислот, які не синтезуються в організмі: триптофану, аргініну, треоніну, валіну, ізолейцину, лейцину, метіоніну, лізину та фенілаланіну.

В протеїнах яєць містяться всі есенціальні амінокислоти, їх співвідношення найбільш сприятливе для зростаючого організму. При цьому амінокислотний склад яєць різної птиці приблизно однаковий, на нього не впливає тип годування. У цьому зв'язку протеїни яєць птиці, зокрема курячих, визнані еталоном білка. Найбільше в яйці міститься амінокислоти такі, як триптофан, аргінін яких часто не достатньо в раціоні. Протеїни білку у порівнянні з жовтком більш багаті сірковмісними та ароматичними амінокислотами: валіном,

триптофаном та аргініном засвоюваність яєчних протеїнів висока і складає 96-98%.

Ліпіди яйця сконцентровані в жовтку і знаходяться або у вигляді нейтральних жирів (тригліцеридів) або у вигляді комплексних з'єднань з фосфором, азотом, цурками. Тригліцериди, що являють собою ефіри спирту гліцерину і трьох молекул жирних кислот, складають близько 60% всіх ліпідів.

Фосфоліпіди, стерини та цереброзиди відносяться до складних ліпідів. Жирні кислоти довго ланцюгові представлені насиченими і ненасиченими формами. Фосфоліпіди (лецитин, кефалин і сфінгомиелин) у вигляді залишків фосфорної кислоти містять фосфор.

Лецитин (фосфатидилхолін) і кефалін (фосфатидилетаноламін) відносяться до класу фосфогліцеринів. Сфінгомиелин містить у своїй молекулі дві основи – холін і сфінгозин. У складі лецитину і сфінгомиелину сконцентрований весь холін жовтку. Фосфоліпіди необхідні організму як структурна одиниця біологічних мембран, вони володіють вмінням нормалізувати ліпідний обмін, перешкоджаючи розвитку атеросклеротичних процесів. Яйце є хорошим джерелом фосфоліпідів, які обмежено зустрічаються в інших продуктах.

Із стеринів у жовтку виявлено холестерин, його кількість сягає 5% суми всіх ліпідів. Як і фосфоліпіди, холестерин є складовою частиною біомембран. Продуктами метаболізму холестерину є біологічно окремо активні з'єднання, такі як стероїдні гормони, жовчні кислоти, вітамін D. При надлишковому надходженні холестерину з їжею порушується його обмін, сповільнюється виведення. При цьому холестерин концентрується в кліткових мембранах, порушуючи їх життєдіяльність. У вигляді атеросклеротичних бляшок він відкладається в стінках судин, звужуючи їх просвіт. Згідно сучасними уявленнями добова потреба холестерину не має перевищувати 500-600мг. У яйцях птиці холестерину близько 7 грам в 100 грамах жовтку.

До складних ліпідів відносять цереброзиди, які містять у своїй молекулі цукор – глюкозу та сфінгозин. Цереброзиди є складовою частиною кліткових мембран. Їх рівень у ліпідах яйця птиці порівняно невеликий. Біологічна активність ліпідів визначається також їх жирнокислотним складом. Простогландини володіють здатністю регулювати запальні і алергічні реакції, надавати судинно-розширюючий та протизгортаючий ефект. Тромбоксани, на відміну від простагландинів, підвищують згортання крові, сприяють спазму судин. Недолік в їжі поліненасичених жирних кислот призводить до зниження змісту арахідонової кислоти у фосфоліпідах біомембран і в першу чергу – до порушення синтезу простагландинів, зсуву балансу в бік тромбогенного ефекту тромбоксанів. В харчових жирах арахідонової кислоти не багато, в організмі вона синтезується з лінолевої. У жирі яйця ідентифіковані також есенціальних ПНЖК та деякі інші ліпіди.

Яйце багате мінеральними елементами. 95% мінеральних речовин припадає на долю шкарлупи, де вони представлені переважно карбонатом кальцію. Так, яйце багате фосфором, калієм, магнієм, натрієм, сіркою, хлором, залізом, цинком, міддю, марганцем, йодом, бромом. У жовтку міститься також кальцій, залізо, йод, кобальт, марганець, мідь, цинк, хром. Є деякі відмінності у мінеральному складі яєць різних видів птахів. Так, *перепелині яйця* у порівнянні з

курячими багатші магнієм в 2,6, залізом – в 2.7 рази, міді в них більше на 67%, кобальта на 40%, хрому на 50%. Мінеральні речовини яйця відрізняються високою засвоюваністю (засвоюваність заліза 97%).

В яйцях птаха, головним чином в жовтку, знайдені 15 вітамінів. При цьому в білку містяться водорозчинні вітаміни, а в жовтку - водо- та жиророзчинні. Жовток яйця багатий на активний вітамін А та його провітаміни - каротиноїди. Рівень каротиноїдів в яйці в значній мірі залежить від їх надходження з кормом, наприклад, наявність в раціоні птаха трав'яного борошна, люцерни, жовтої кукурудзи сприяє збільшенню вмісту в жовтку каротиноїдів. При цьому одночасно з поліпшенням забарвлення жовтка підвищується його А-вітамінна активність. Жовтки яєць багаті і на інші жиророзчинні вітаміни, а саме - D і E: за вмістом вітаміну D жовток поступається тільки риб'ячому жиру, а вітамін E в яйці знаходиться в вигляді α -токоферолу. З водорозчинних вітамінів яйце багато на рибофлавін, пантотенову кислоту і, особливо, холін і вітаміном B₁₂ - ці вітаміни, за винятком рибофлавіну, містяться в жовтку, а рибофлавін є як в жовтку, так і в білку. У яйцях різних видів птиці неоднакова кількість вітамінів. Наприклад, качині і перепелині в порівнянні з курячими є багатшими на тіамін; у перепелиних холіну та ніацину більше, ніж у курячих; у яйцях цесарок міститься більше вітаміну А та каротину, ніж у курячих.

Яйця птиці відносяться до продуктів, що добре засвоюються організмом. При цьому слід пам'ятати, що білок в сирому вигляді перетравлюється погано в зв'язку з наявністю в ньому антитрипсинового ферменту. Сирий яєчний білок, по відношенню до себе, характеризується слабкою активністю ферментів травного тракту - пепсина і трипсина. Крім того, в ньому міститься авідин, який інактивує біотин, що може привести до дефіциту цього вітаміну. Після термічної обробки руйнується антитрипсиновий фермент, а згорнутий білок добре перетравлюється пепсином в трипсином. Нагрівання до температури 80°C призводить до розщеплення авідин-біотинового комплексу, яйце стає багатим джерелом біотину. Варка яєць протягом 10 хв знижує вміст вітаміну А, а при 2-5 хв ці втрати незначні. Нагрівання трохи зменшує кількість тіаміну, але не впливає на наявність рибофлавіну, холіну, пантотенової кислоти і вітаміну D.

Харчова цінність яєць, їх дефекти і псування. Курячі яйця широко використовує населення нашої країни. Згідно рекомендаціям Інституту харчування АМН споживання яєць за рік на 1 людину має становити в середньому 250-280 шт.[2] Разом з тим, за рахунок використання яєць забезпечується 12-14% високоякісного білка тваринного походження у людей, крім дітей до чотирирічного віку, і до 6% потреби людини в ліпідах. Слід підкреслити, що ліпіди курячих яєць мають сприятливий склад за кількістю і співвідношенням жирних кислот, багаті фосфоліпідами, що володіють ліпотропними властивостями. Високий рівень холестерину в значній мірі обмежує споживання яєць в зрілому і особливо в похилому і старечому віці.

У харчуванні людини використовуються також яйця домашніх перепелів, цесарок, водоплавної птиці. За вмістом деяких біологічно активних речовин (вітамін А, холін, фосфоліпіди, залізо) яйця цесарок і перепелів багатші за курячі. Яйця водоплавної птиці можуть бути інфіковані сальмонелами, паратифозними мікроорганізмами, що викликають токсичні інфекції у людини. У зв'язку з цим

гусячі і качині яйця дозволяється вживати тільки в хлібопекарської та кондитерської промисловості для виготовлення дрібноштучних виробів з тіста. На підприємствах громадського харчування їх можна використовувати після попередньої варіння протягом 14 хв з моменту закипання води. Продаж качиних і гусячих яєць через продовольчі магазини і ринки і реалізація їх у сирому вигляді через мережу громадського харчування заборонені.

Яйця, що вживаються в їжу, повинні відповідати певним нормам, причому враховуються їх маса, стан шкаралупи і білка, величина повітряної камери, видимість зародкового диска і жовтка, його рухливість і розташування. Найбільш часто зустрічаються відхилення від норми - гігантські і карликові яйця, безкорлупові, мармурові, двужовткові та сторонні включення. Курячі яйця масою понад 80 г вважаються гігантськими, а менше 35 г - карликовими. Великі і карликові яйця найчастіше несуть молодички, тільки що почали яйцекладку. Причина цього - тимчасовий розлад репродуктивної системи, надмірне підвищення її активності у молодих курей, що не закінчили своє формування та ін.[3]

Одним з основних факторів, що визначають якість харчових яєць, є їх свіжість. Встановлено, що після 30 днів зберігання яйця втрачають одну третину поживності. Згодом внаслідок випаровування вологи з яйця через пори шкаралупи розмір повітряної камери збільшується, змінюється структура білка і жовтка. В результаті активізації ферментативних аутолітичних процесів відбувається розрідження щільного білка, жовток яйця зміщується з центрального положення. Втрачається щільність жовткової оболонки, внаслідок чого зміщується жовток з білком. Аутолітичні ферментативні процеси посилюються процесами бактеріального псування яйця. Найбільш інтенсивно погіршується якість яєць під час їх зберігання при температурі 16-20°C з нерегульованою вологістю. Зберігання в умовах мінусових температур також призводить до псування яєць, при цьому розріджується білок, а в жовтку підвищується вміст аміаку. При короткочасному зберіганні яєць (до 10 днів) при температурі 15°C забезпечується збереження їх високої якості. В умовах тривалого зберігання (до 30 днів) доцільно обмежуватися температурою 10°C, при цьому яйця повинні бути охолодженими в перший день після знесення.

Слід зазначити, що брудні яйця непридатні для тривалого зберігання. Це пов'язано з дуже високим вмістом мікроорганізмів на поверхні забруднених яєць (до 10 млн клітин на 1 см² поверхні). При зберіганні яєць мікроорганізми через пори шкаралупи проникають в білок, внаслідок чого яйце псується. Значно знижує тривалість зберігання і мийка яєць, оскільки через пори шкаралупи, відкриті після їх миття водою, в яйце проникають мікроорганізми, викликаючи зниження природних імунних властивостей білка. Тому збільшувати кількість яєць з чистою шкаралупою слід не шляхом мийки, а за допомогою удосконалення умов утримання птиці. Рекомендується після мийки для закриття пор шкаралупи змащувати яйця мінеральним маслом, тоді їх можна класти на зберігання.

Технологія виробництва яєчного меланжу, сушка яйцепродуктів, переробка шкаралупи. Широке поширення у всіх країнах отримали продукти переробки яєць - морожений яєчний меланж і яєчний порошок[4]. Технологічний процес виробництва яєчного меланжу складається з наступних послідовно

здійснюваних операцій: сортування яєць за якістю, миття та дезінфекції шкаралупи, розбивання яєць з поділом, при необхідності, на білок і жовток, фільтрації, перемішування протягом 10-15 хв, пастеризації, розфасовки яєчної маси, запаювання банок і їх маркування, заморожування при температурі -18°C і зберігання готової продукції; після досягнення в центрі банки температури - 5-6°C яєчна маса вважається замороженою, а продукт зберігають при такій же температурі. Для виробництва яєчного порошку сировину готують так само, як і при виробленні меланжу, однак замість обробки холодом яєчну масу піддають сушінню - у сушильних установках вона розпорошується за допомогою форсунок або диска і висушується нагрітим повітрям, сухі яєчні продукти з вологістю 5-7% після охолодження розфасовують в дрібну або велику бляшанку або паперову тару.

Висновки: харчування є одним із найважливіших факторів, які впливають на здоров'я людини. Так, саме правильне харчування вагітних жінок забезпечує нормальний розвиток плоду та народжених дітей, сприяє профілактиці захворювань, підвищенню фізичною працездатності, адаптації людини до шкідливих складових навколишнього середовища – тобто, до всіх стресових чинників не тільки зовнішнього середовища, але і внутрішнього середовища людини.

Список літератури

1. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник /В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винокурова и др.– К: Урожай, 1992.–192 с.
2. Фліс Л.М., Хіміч Т.Л., Левицька Н.П.. До проблеми створення перших національних таблиць хімічного складу харчових продуктів/Харчування як фактор формування здоров'я населення: Міжнар. наук.-практ. конференція, 15.16 травня 2003р. – Зб. тез доп. – К., ІГМЕ, 2003. - С.86.
3. Еколого-гігієнічні проблеми харчування населення полісся / В.Н. Корзун, В.І.Сагло, А.М.Парац та ін./Там же.-С. 53-54.
4. Баранов В.С. Технология производства продуктов общественного питания. -М.: Экономика, 1982. - 399 с.

Л.С. Тимошенко, Я.М. Велічай, Ю.В. Юзвенко,
О.А. Васильченко, к.м.н., О.М. Ковальов, к.м.н.
(Національний Авіаційний Університет, Україна)

Особливості отримання та застосування лікарських засобів під час космічних польотів

Розглянуто питання необхідності застосування лікарських засобів під час польотів, їх ефективності, стабільності в умовах космосу, можливості вироблення лікарських засобів в позаземних умовах. Показано перспективи досліджень щодо можливості використання грибів-продуцентів, що побували у космосі, або їх метаболітів для створення новітніх лікарських засобів.

Чинники, що впливають на систему організм – лікарський засіб, умовно поділяють на зовнішні та внутрішні. До зовнішніх чинників відносять коливання природних та соціальних параметрів (температура, вологість, склад повітря, іонізуюче випромінювання, забруднення ґрунту і води, характер харчування, вживання алкоголю та тютюну, нервово-психічне навантаження та ін.) у момент або незадовго до застосування лікарських засобів. Внутрішні чинники – це складні компенсаторні реакції організму у відповідь на зміну навколишнього середовища. Під час польотів, особливо тривалих, космонавтам необхідні як профілактичні, так і терапевтичні лікарські препарати. Американські астронавти використовують тонізуючі та проносні засоби, анальгетики, антибіотики, очні краплі, таблетки від морської хвороби і розладу шлунка.

Специфічні умови на борту космічного корабля впливають як на фізіологічні функції людини, її емоційний та психологічний стан, так і на зберігання лікарських препаратів, а також на ефективність їх дії. Проблеми освоєння людиною космосу, гірських вершин і глибин світового океану тісно пов'язані з питаннями модуляції дії лікарських речовин у гіпо- та гіпербаричних умовах [1]. Температура (20-26 °C) і відносна вологість (30-50 %) в умовах Міжнародної космічної станції (МКС) знаходяться в межах ідеальних діапазонів для зберігання лікарського засобу, але і людина, і препарати зазнають впливу таких факторів як постійна радіація та вібрація, зміна гравітації [2]. Під впливом іонізуючого випромінювання змінюються обмінні процеси, наприклад, затримується гідроксидування стероїдів, в тому числі гормонів, наслідком чого нерідко є зміни фармакодинаміки та фармакокінетики лікарських речовин. В стані невагомості змінюються процеси всмоктування лікарських речовин, їх надходження у різні тканини організму, інтенсивність перетворення у ході того чи іншого метаболічного шляху, виведення з організму, відповідно, фармакологічна дія лікарських речовин також змінюється. Навіть невеликі дози серцевих глікозидів можуть бути токсичними, якщо космонавт буде їх приймати після тривалого періоду гіпоксії або перевантажень при прискореннях, ці препарати можуть знижувати чутливість організму до психостимуляторів, наприклад, до кофеїну. Радіація послаблює реакцію людини на наркотики і препарати, що звужують кровоносні судини, наприклад, на адреналін. Однак, для

протипухлинних засобів було виявлено збільшення ефективності в даних умовах [3].

Під час космічних польотів доцільно використовувати препарати-радіопротектори, а також лікарські засоби, що підвищують витривалість людини до впливу прискорень і вібрації. Ліки в умовах Землі мають обмежений термін придатності. В космічних умовах лікарські засоби можуть втрачати ефективність значно швидше, що обумовлено екстремальними умовами зберігання, що доведено для парацетамолу та деяких антибіотиків. Тому виготовлення лікарських засобів безпосередньо на борту космічного корабля є актуальним.

Дослідники Університету Південної Кароліни і Лабораторії реактивного руху NASA досліджують гриби-продуценти, вторинні метаболіти яких можуть бути використані для виробництва лікарських препаратів. Передбачається, що деякі види грибів будуть відправлені на орбіту на борту місії CRS-8 проекту SpaceX. У NASA очікують прориву в галузі космічної біотехнології. Нові ліки, вироблені з використанням грибів-продуцентів, що побували у космосі, не будуть псуватися і будуть пристосовані до специфічних впливів космічного простору. *Aspergillus nidulans* – один з видів грибів відділу *Ascomycota*, що використовується для вивчення рекомбінацій, мутацій, контролю клітинного циклу, експериментальної еволюції. Генетичний аналіз гриба *Aspergillus nidulans* показав, що потенційно він може виробляти близько 40 різних корисних людині речовин, в тому числі остеопротекторної дії [2].

Після відправлення в космос метаболіти *A. nidulans* зможуть використовуватися для синтезу нових медикаментів. Для здійснення ефективного синтезу слід провести певну кількість експериментів для визначення поведінки мікроорганізму в умовах відсутності гравітації і постійного впливу радіації. Після трьохдобового перебування гриба на космічній станції його доставлять на Землю для вивчення його метаболітів, білків і рівня активності генів. Отримані показники порівняють із відповідними показниками штамів грибів, що не зазнавали космічного впливу. Дані дозволять модифікувати штами, що будуть пристосовані до космічних умов і зможуть синтезувати потрібні лікарські речовини на борту космічного корабля. Прогнозують, що експеримент може тривати від одного до трьох місяців. Для достовірності і точності результатів він має бути виконаний у декількох повторностях.

На замовлення Європейського космічного агентства був створений модуль МКС Columbus, який є науковою лабораторією, першим постійним науководослідним центром в космосі, де мають можливість проводити дослідження європейські вчені. Розроблено експериментальну установку Biolab (Biological Experiment Laboratory), призначену для проведення біологічних експериментів у космосі [4], у якій можуть бути створені ідеальні умови для росту грибів. Biolab має 75 кубічних метрів простору і цілий набір дослідницького обладнання, яке може забезпечити проведення експериментів в галузі космічної науки. Columbus пропонує вченим повний доступ до невагомому середовищу, яке не може бути повністю дубльоване на Землі. Експеримент з *A. nidulans* планують проводити в установці Biolab (Рис.1).



Рис. 1. Експериментальна установка Biolab

Використання установки Biolab дає змогу проводити біологічні експерименти з мікроорганізмами, клітинами, тканинними культурами, рослинами і безхребетними. Біологічні зразки транспортуються до Biolab в контейнерах. На орбіті контейнери вставляються в Biolab, у якому проводиться дослід. Обробка експерименту проводиться автоматично.

Стресові умови на МКС можуть викликати зміни фізіологічних реакцій грибів, відповідно, змінювати інтенсивність синтезу цільового продукту, його вивільнення з продуценту, а також саму синтезовану речовину, спектр її фармакологічної дії. Продукування лікарських засобів або їх попередників безпосередньо в космічних умовах мікроскопічними грибами-продуцентами або іншими біологічними агентами є новим, практично не дослідженим, перспективним напрямком досліджень.

Список літератури

1. Фармакологія з основами патології: Підручник / І.С. Чекман, В.Т., І.Ф. Беленічев, Ю.М. Колесник, Н.О. Горчакова, Н.В. Бухтіярова, С.А.Моргунцова. – Запоріжжя, 2016. – 515с.
2. Horneck G. SpaceMicrobiology / G. Horneck, D. Klaus, R. Mancinelli. // MicrobiolMolBiolRev.. – 2010. – №1. – С. 121–156.
3. Wotring V. Chemical Potencyand Degradation Products of Medications Stored Over 550 Earth Daysat the International Space Station / VirginiaWotring. // AAPS J.. – 2016. – №1. – С. 210–216.
4. Biolab [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Columbus/Biolab.

*В.І. Карпенко, к.б.н., В.Г. Лазарєв, А.В. Дразнікова
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

Астробіологія як сучасний навчально-науковий напрямок для студентів НАУ

Робота представляє наукове обґрунтування важливості розвитку сучасного наукового напрямку у астробіології в світі та в Україні. Представлено сучасні науково-технічні досягнення у астробіології, у тому числі і українських вчених. З 2016 року в НАУ вперше в Україні було започатковано викладання цієї дисципліни студентам-біотехнологам авторами цієї роботи. Особливість викладання цієї дисципліни в НАУ полягає в тому, що вона викладається з точки зору космічної біотехнології.

Вважається, що астробіологія як наука виникла в 90-х роках минулого сторіччя, і вивчає питання походження, існування, еволюції і розповсюдження життя у Всесвіті, в тому числі і на Землі. В Радянському Союзі та США займалися пошуками життя за межами планети Земля з кінця 1950-х років. Метою американського проекту SETI, який розпочався з середини 60-х років минулого століття, був пошук неземного розуму.

На сьогодні жодних ознак життя, крім земного, в космосі офіційно не виявлено і астробіологія вивчає переважно саме земне життя і його пристосування до позаземних умов. Суміжні з астробіологією науки, такі як: астрономія, космічні біологія та медицина, екологія, геомікробіологія, геофізика, та інші, є давно визнаними і мають великий багаторічний досвід. Саме на цей міждисциплінарний досвід спирається астробіологія.

Сучасна астробіологія вивчає переважно способи пристосування земних форм життя до екстремальних або позаземних умов. Дослідження впливу позаземних умов на рослини та мікроорганізми останнім часом стають дедалі популярними в усьому світі. Ідея забезпечення харчових та інших потреб космічних експедицій реалізується експериментально як на борту МКС, так і в багатьох лабораторіях світу.

Астробіологія, окрім вже вказаних, вивчає також так звані «вічні питання», якими наукове співтовариство цікавиться не одне століття: Які характеристики Сонячної системи створюють умови для виникнення життя? Як Сонячна система розвивається в її різноманітності? Як життя починається і еволюціонує? Чи є життя за межами Землі і, якщо так, як можна його виявити? Як з'явилося життя на Землі? Чи існувало життя в інших кутках Сонячної системи? Астробіологія шукає зв'язки життя зі Всесвітом. Що забезпечує одну планету потенційно населеною, а іншу – ні? Чи може життя існувати в екстремальних планетарних умовах?

Пошук відповідей ведеться в різних спеціалізованих напрямках: астрономічний, палеонтологічний, астрофізичний, біологічний. Астробіологи досліджують і проводять експерименти в космосі, використовують планетарні ровери, збирають дані з орбітальних апаратів і найпотужніших телескопів, щоб заглянути за межі Сонячної системи.

На сьогодні свій вклад в розвиток астробіології внесли багато вчених з багатьох країн світу, у тому числі українські вчені та космонавти. Особливі успіхи з астробіології набули вчені Інституту ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України, які вивчали сучасні етапи розвитку космічної мікробіології, особливості підготовки і здійснення експериментів з космічної мікробіології, вплив чинників космічного польоту на ріст, розвиток і рухомість *P. vulgaris*, питання ультраструктурної організації клітини як індикатора впливу факторів космічного польоту на живі системи, ультраструктуру клітин *P. vulgaris* при різних способах культивування в умовах космічного польоту, мікробіологічне дослідження різних штамів хлорели та їх ультраструктуру клітин вирощених в умовах космічного польоту, основні перебудови еукаріотичної клітини в космічному польоті [1].

Вчені інституту мікробіології ім. Д.К. Заболотного НАН України вивчали кругообіг метану в земних екосистемах [2], вивчали мікроорганізми в різних екстремальних екосистемах, вчені інституту генетики та молекулярної біології НАН України вивчали вплив тих чи інших космічних факторів на генетичний апарат живих організмів.

Вчені та викладачі Національного авіаційного університету досліджували можливість функціонування та використання метанокислюючих мікроорганізмів в умовах що моделюють замкнуті системи життєзабезпечення на космічних кораблях та на інших космічних об'єктах [3 – 5], досліджували вплив змін тиску на ріст та розвиток рослин і мікроорганізмів [6].

В Україні розроблена концепція забезпечення розвитку сучасних космічних технологій яка визначає стратегічне місце держави у світі і буде сприяти розвитку астробіології як науки [7]. Метою виконання Концепції є підвищення ефективності використання космічного потенціалу для вирішення актуальних завдань соціально-економічного, екологічного, культурного, інформаційного і науково-освітнього розвитку суспільства, забезпечення національної безпеки та захисту геополітичних інтересів держави. Основні напрямки виконання цієї Концепції: одержання нових знань, підвищення науково-технічного потенціалу, держави та освітнього рівня її громадян; удосконалення ракетно-космічної техніки та технологій її створення; проведення технологічних космічних експериментів, а також експериментів з випробування перспективної космічної техніки у космосі з використанням міні супутників та малих космічних апаратів, поглиблення міжнародного співробітництва у сфері космічної діяльності. Концепція буде проводитися в чотири етапи і розрахована до 2032 року. Реалізація програми відбувається через проведення космічних наукових досліджень, прикладних наукових досліджень з питань створення перспективних зразків ракетно-космічної техніки та передових технологій, реалізації престижних національних проєктів, а також виконання науково-освітніх програм, поглиблення міжнародного співробітництва.

Сьогодні астробіологія як наука і дисципліна – розширює сферу свого розповсюдження. У космосі працюють марсіанські орбітальні апарати і марсоходи, проводяться супутникові експерименти по розміщенню мікроорганізмів в космосі, пошук потенційно заселених планет. Сьогодні астробіологія має широкий діапазон досліджень не тільки в Сонячній системі, але і за її межами.

Не так давно космічний апарат MAVEN дістався до Марса, і НАСА збирає дані, які можуть розкрити атмосферну історію цієї планети. Після досягнення орбіти Марса 21 вересня 2014 року MAVEN і його команда почали вивчати те, як і коли деградувала атмосфера Марса, а також намагатися з'ясувати, куди і як зникла рідка вода на планеті. Украй важливо дізнатися, як саме Марс виявився нездатним підтримувати життя. Орбітальний апарат MAVEN - усього лише одна з багатьох місій, в яких астробіологи грають важливу роль.

Усі ці проекти потребують підтримки державних космічних агентств як у фінансовому плані, так і в технологічному.

Астробіологія – нова і складна галузь науки, в яку складно потрапити. Як правило, в університетах цьому не навчають. Ще не створено наукових шкіл та спеціалізованих вчених рад. Докторів в цій галузі мало, наукових ступенів немає. Пошук позаземного життя, як правило, здійснюється силами не астробіологів, а командами, в які залучені біологи, геологи, хіміки, астрономи, фізики і інші. Оскільки НАСА все більше приділяє увагу до астробіологічного аспекту своєї роботи, зацікавленість до цієї області зростає.

Більшість астробіологів працюють в Інституті астробіології НАСА, інших різних наукових інститутах та їх лабораторіях, в учбових закладах, підтримують роботу деяких астробіологів приватні фонди.

Найчастіше астробіологічні дослідження проводяться на Землі. Більшість команд, працюючих у сфері астробіології, включають членів з декількох сфер науки, тому що у життя немає одного терміну для хімії, фізики, біології чи генетики. На нього впливає геологічна активність. Воно виживає в екстремальних умовах біля глибоководних гідротермальних джерел. Біохіміки, мікробіологи і астрофізики об'єднують зусилля з океанологами і геологами, а також звертаються до інженерів-робототехніків. За своєю суттю міждисциплінарний характер астробіології – це один з найцікавіших її атрибутів.

В результаті підвищеного наукового інтересу до вивчення екстремофільних живих організмів були встановлені можливості їх пристосування до різних екстремальних умов [8]. Набутий досвід роботи з ними показав практичне значення їх використання для технологій виробництва ферментів, гормонів, препаратів рекомбінантних білків і інших біотехнологій.

Сучасні досягнення геомікробіології базуються на відкритті явища «хемосинтезу» видатним українським вченим Сергієм Миколайовичем Виноградським (1856-1953). Який проводячи спостереження у природі та вивчаючи сірчані бактерії роду *Beggiatoa*, встановив, що єдиним джерелом енергії для їх життєдіяльності є сполуки сірки, що енергетика сірчаних бактрій заснована на окисленні сірки. Вивчаючи нітрифікуючи бактерії, Виноградський робить загальнопланетарний висновок: «органічна речовина на всій земній кулі утворюється при життєдіяльності живих істот не тільки в процесі фотосинтезу, а і в процесі хемосинтезу» [9]. Згодом було відкрито багато бактерій та архей з подібним типом живлення. Організми, які використовують окисно-відновні реакції неорганічних речовин як єдине джерело енергії назвали «літотрофами». Сьогодні літотрофні мікроорганізми є важливими об'єктами астробіології завдяки своїм властивостям адаптуватися до екстремальних умов навколишнього середовища, мінімальним потребам у живленні та ключовій ролі у біогеохімічних

циклах [10]. Відомо, що саме бактерії як найпростіші організми і, можливо, первинні поселенці Землі сформували газовий склад сучасної атмосфери Землі разом з геохімічними процесами, відмінної від атмосфер інших планет [11, 12].

У зв'язку з вищенаведеним і тому, що масштаби досліджень та робіт пов'язаних з астробіологією в світі невпинно зростають [13, 14], збільшується кількість університетів у світі де викладається астробіологія. Авторами роботи запропонований і викладається курс з астробіології в НАУ для студентів-біотехнологів.

Висновки

Таким чином, проведена оцінка і аналіз успіхів, досягнень і помилок в швидко розвиваючому науково-технічному напрямленні – астробіології. В найближчому майбутньому, на нашу думку, саме в астробіології очікуються наукові відкриття світового значення, а як навчальна дисципліна астробіологія буде викладатись у все більшій кількості університетів світу. Національний авіаційний університет став першим університетом в Україні, в якому розпочато викладання навчальної дисципліни з астробіології. Особливість викладання цієї дисципліни в НАУ полягає в тому, що вона викладається з точки зору космічної біотехнології.

Список літератури

1. Микроорганизмы в космическом полете / [К. М. Сытник, В. А. Кордюм, Е. Л. Кордюм и др.] / Под общ. ред. К. М. Сытника. – К.: Наукова думка, 1983. – 156с.
2. Биология метанообразующих и метанокисляющих микроорганизмов, / [Малашенко Ю.Р., Хайер Ю., Бергер У. и др.]. – К.: Наукова думка, 1993. – 255 с.
3. Catalitic properties of immobilized cells of methane-oxidizing and methanogenic bacteria / [Romanovskaya V.A., Karpenko V.I., Pankshava E.S. et al.] / In: Advances in biotechnology, Bd 3. Pergamon, Toronto, 1981. – P. 367–372.
4. Карпенко В. І. Мікробіологія, як одна з базових наук для розвитку біотехнології, екології та для вирішення актуальних проблем, що стоять перед людством / В.І. Карпенко. – Тези доповідей наукової конференції “Україна: людина, суспільство, природа”. – Київ, 18 січня 1995 р. – С. 49.
5. Карпенко В.І. Еволюція життя на Землі в аспекті безпеки життєдіяльності в космічному просторі / В.І. Карпенко // Наукові записки. – т. 9, ч. 2. – К.: Видавничий дім «КМ Академія», 1999. – С. 364–370.
6. Lazarev V.G. Impact of hypobaria and air pressure fluctuations on the initial stages of *Beta sativa* growth as an object for prospective artificialecosystems in extraterrestrial conditions / Lazarev V.G., Drazhnikova A.V., Karpenko V.I. – The Seventh World Congress “Aviation in the XXI-st Century. Safety in Aviation and Space Technologies”, September 19-21, 2016: Proceedings. – Kyiv, 2016. – P. 5.1.8 – 5.1.12.
7. Концепція реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року. – [електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/238-2011-%D1%80>

8. Azua-Bustos A. Life at the dry edge: Microorganisms of the Atacama Desert / [Azua-Bustos A., Urrejola C., Vicuna R.] / FEBS Letters. – 2012. – Vol. 586., Is.18. – P. 2939–2945.
9. Виноградский С.Н. Микробиология почвы: проблемы и методы / Сергей Николаевич Виноградский. – М.: Книга по требованию, 2012. – 896 с.
10. Amils R. Chemolithotroph / Ricardo Amils // Encyclopedia of Astrobiology, 2nd ed / [Ed. by Gargaud M., Amils R., Cleaves H.J. et al.] – New York, USA: Springer, 2015. – P. 434–436.
11. Заварзин Г.А. Бактерии и состав атмосферы / Георгий Александрович Заварзин. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 200 с.
12. Заварзин Г.А. Литотрофные микроорганизмы / Георгий Александрович Заварзин. – М.: Наука, 1972. – 324 с.
13. Firestone M. Astrobiologist / Mary Firestone. – Philadelphia, USA: Chelsea House Publishers, 2006. – 66 p.
13. Chela-Flores J. The Science of Astrobiology. A Personal View on Learning to Read the Book of Life / Julian Chela-Flores. – New York, USA: Springer Science, 2011. – 336 p.

Сшивка изображений на основе 3d георекострукции

Предложен метод автоматизированной сшивки изображений, зафиксированных съёмочными системами, установленными на БПЛА (дронах). Предложенный метод позволяет производить георекострукцию геопривязанных сцен, учитывая специфику обработки Big Data.

В последнее время беспилотные летательные аппараты (дроны) все чаще применяются в различных сферах деятельности человека. Традиционные методы картографирования, такие как аэрофотосъемка, затратные, а космические снимки, имеющиеся в свободном доступе, имеют, как правило, недостаточное разрешение для проведения детального мониторинга, поэтому очевидны преимущества использования дронов: большее разрешение; возможность различных видов съёмки; съемка на различной высоте, причем малая высота дает возможность не учитывать облачность.

Фотографии, полученные с фотоаппарата, существенно отличаются от аэрокосмической съемки и получить мозаику изображений привычными способами не возможно, поскольку отсутствует информация о пространственном разрешении отдельного снимка. Помимо этого, при движении дрона оказывают большое влияние скорость и направление ветра, что приводит увеличению углов крена, тангажа и рыскания. Решение данных проблем значительно увеличит стоимость дрона, и программное обеспечение будет жестко привязано к аппаратной части. Отдельно можно выделить проблему больших объемов данных, дата сет, который рассматривается, содержит 605 фотографий и занимает 5,8 ГБ, запакованных в JPEG.

Предложенный метод обработки снимков, т.е. обработки полученных данных с использованием специализированного программного обеспечения включает в себя: построение разреженного облака точек; уточнение координат камер; построение плотного облака точек; построение модели местности; экспорт ортофотоплана и карты высот. Результатом является одно изображение в максимально высоком разрешении (если в Exif-данных фотографий есть информация о gps, то изображение должно быть геопривязанным). Можно выделить основные блоки решения данной задачи.

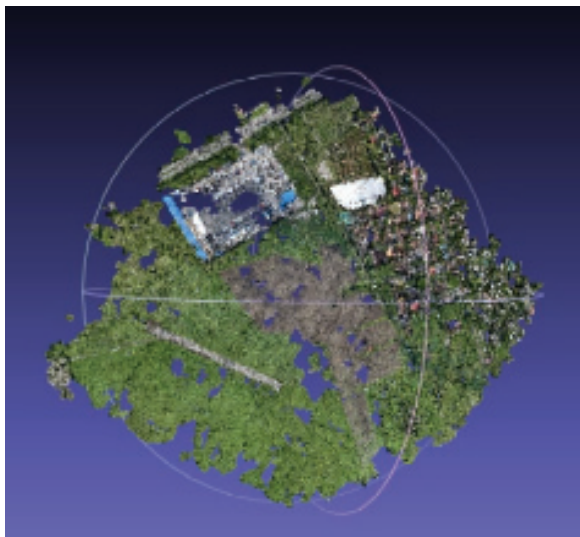


Рис.1. Point-cloud

Построение облака точек (point-cloud)

С помощью инвариантных sift-дескрипторов определяются одинаковые по контексту области фотографий. В результате сравнения найденных идентификаторов строится point-cloud в 3d-пространстве (рис.1). Для триангуляции поинтклауда по не полным данным используется восстановление Пуасона (Poisson Reconstruction), т.к алгоритм максимально устойчив к шумам. Далее для получившегося 3d меша строится текстура из исходных изображений.

Ортографическая проекция

Положение ортокамеры, по средствам которой выполняется рендер в ортографическую проекцию, находится в максимально высокой точке на меше. Из-за больших размеров меша и текстуры ортографическая проекция выполняется полосами, которые в дальнейшем склеиваются (рис. 2).

Геопривязка

Единственная доступная информация о геопривязке — это GPS-координаты в Exif-данных фотографий. GPS информация относится к фотографии в целом, но сопоставить какой именно пиксель соответствует данной координате невозможно. Исходя из этого выполняется вычисление расположения камер проецирования облака точек. На основе чего можно сопоставить треугольник на меше с геокоординатой и выполнить геопривязку. В результате получено геоприпривязанное изображение размером 8,4 Гб (рис.3). Максимально возможный размер изображения в пикселах 2 100 000 x 2 000 000 и не более 26 Гб на диске при сжатии LZW. Такая точность качественно отличает наш продукт даже от дорогих коммерческих продуктов.

Список литературы

1. Matthew Brown and David G. Lowe "Invariant features from interest point groups," *British Machine Vision Conference, BMVC 2002*, Cardiff, Wales (September 2002), pp. 656-665.
2. Changchang Wu, Sameer Agarwal, Brian Curless, Steven M. Seitz, "Schematic Surface Reconstruction", CVPR 2012
3. Richard Szeliski, Brian Curless, Steven M. Seitz, Noah Snavely, Yasutaka Furukawa, Sameer Agarwal, "Reconstructing Rome", *Computer*, vol. 43, no. , pp. 40-47, June 2010, doi:10.1109/MC.2010.175
4. Michael Kazhdan, Matthew Bolitho, Hugues Hoppe, Poisson Surface Reconstruction, Eurographics Symposium on Geometry Processing (2006)
5. R. Pagés, D. Berjón, F. Morán, N. García, Seamless, Static Multi-Texturing of 3D Meshes, *Computer Graphics Forum*, Volume 34, Issue 1 February 2015, Pages 228–238.

*П.В. Неводовский, к.ф.-м.н., А.П. Відьмаченко, д.ф.-м.н., проф.,
О.В. Морозенко, д.ф.-м.н., проф.
(Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Україна, м. Київ),
М.Д. Гераїмчук, д.т.н., проф.
(Національний технічний університет України «КПІ», Україна, м. Київ),
О.В. Івахів, д.т.н., проф.
(Національний університет «Львівська політехніка», Україна, м. Львів)*

Дистанційні поляриметричні дослідження стратосферного озонowego шару Землі з борту мікросупутника

Змінність стратосферного озонowego шару Землі залежить від аерозольної складової. Дистанційні ультрафіолетові поляризаційні дослідження з космосу дозволяють отримати фізичні характеристики цього аерозолі. Нами розроблено діючий макет бортового малогабаритного ультрафіолетового поляриметра для дослідження озонowego шару Землі з борту мікросупутника.

Вступ

Сучасний всесвіт відрізняється складністю та протиріччям подій. Ще ніколи людство не збирало з природи стільки данини і не залишалось таким уразливим серед проблем, які саме ж і породило. Однією з таких проблем є змінність стратосферного озонowego шару Землі завдяки людській діяльності. Зараз вже всі розуміють, що стратосферний озон є своєрідним фільтром, який захищає нижні шари атмосфери від жорсткого ультрафіолетового випромінювання. Тому зменшення товщини озонowego шару і утворення озонowych дірок не залишилось поза увагою і породило декілька концепцій щодо причин цих змін.

Так альтернативним до фреонові концепції є механізм змін концентрації стратосферного озону завдяки варіаціям оптичної товщини аерозолі у верхніх шарах земної атмосфери (на висотах більше 30 км) [1]. Основою цієї гіпотези є відомий факт про зміну оптичної товщини з довжиною хвилі, яка в першому наближенні описується виразом λ^{-n} (тут λ – довжина хвилі, n – показник заломлення середовища) Згідно цій теорії збільшення аерозольного забруднення верхніх шарів атмосфери зменшує руйнівну силу (відносно озону) хлорфторвуглеводів. Це зумовлено тим, що основні реакції зі створення в атмосфері атомарного хлору проходять при взаємодії з фотонами, енергії яких відповідають довжинам хвиль $\lambda < 226$ нм; тобто, швидкості цих реакцій зменшуються швидше, ніж для молекулярного кисню.

Відомо, що у стратосфері дрібні частинки (з радіусами менше 0,1 мкм) можуть роками знаходитись на цих висотах і впливати на зміни озонowego шару. Джерелами появи стратосферного аерозолі можуть бути: мікрометеорити, предмети руйнації оболонок штучних супутників Землі, винесені конвективними атмосферними потоками продукти згоряння

(заводські сурми, пожежі, вулкани), конденсація різних газів та інше. Тому дослідження цих джерел є дуже актуальною задачею [2 - 4].

Постановка космічного експерименту

Для коректного моделювання процесу зміни концентрації стратосферно озону та й прогнозу появи цього ефекту над різними регіонами земної кулі необхідно отримати дані про фізичні характеристики аерозольних частинок (величину комплексного показника заломлення, параметри функції розподілу частинок за розмірами та оптичну товщину аерозольної складової атмосфери на висотах більше 30 км), а також про структуру аерозольної складової в горизонтальній площині. Такі фізичні характеристики можуть бути визначені за даними поляризаційних спостережень в ультрафіолетовій ділянці спектру, яка дозволяє виділити стратосферну складову аерозоля у чистому вигляді. Ідея космічного експерименту полягає в тому, щоб за допомогою ультрафіолетового поляриметра (УФП), встановленого на борту мікросупутника, систематично, в кожний з його обертів навколо Землі, проводити вимірювання відносної інтенсивності, ступеня поляризації і положення площини поляризації дифузно-відбитого земною атмосферою сонячного випромінювання [5 - 7].

Бортовий малогабаритний ультрафіолетовий поляриметр

Як було сказано вище, поляризаційні данні щодо стратосферної аерозольної складової можна отримати за допомогою космічного УФП розрахованого на довжину хвилі ≈ 250 нм. Існують різні схеми поляриметрів, але на наш погляд найбільш доцільною буде одноканальна схема з обертовим поляризаційним модулятором. За такою схемою нами було створено діючий макет бортового малогабаритного УФП (Рис.1) [8 - 14].



Рис. 1. Макет бортового малогабаритного УФП

УФП це оптико-електронний прилад, який забезпечує отримання поляриметричних даних при пасивних дистанційних дослідженнях стратосферного аерозолі з борту космічного апарату. Прилад працює в ультрафіолетовому діапазоні $(240-290) \cdot 10^{-9}$ м. Це дозволяє проводити поляризаційні вимірювання на висотах вище озонового шару, тобто виділити аерозоль стратосфери Землі в чистому вигляді.

УФП це точковий одноканальний поляриметр. В якості поляризаційного елементу тут застосована призма Глана, яка виготовлена з кварцу з малим коефіцієнтом поглинання в ультрафіолетовій робочій ділянці спектру. Призму обертає унікальний мініатюрний п'єзоелектричний двигун з порожнім ротором, який було розроблено спеціально для такого приладу [9 - 10]. Вимірювання інтенсивності потоку випромінювання яке досліджується, проводять при обертанні призми Глана з кроком кута у 45° . Це дає можливість розрахувати параметри Стокса у вигляді масиву поляризаційних даних, необхідних для отримання фізичних характеристик аерозолію.

Для можливості роботи в ультрафіолетовому діапазоні нами було застосовано сонячно-сліпі фотоприймачі та інтерференційні ультрафіолетові світлофільтри. Всі оптичні елементи та матеріали при розробці приладу спеціально відбиралися на відповідність роботі у діапазоні довжин хвиль $(240-290) \cdot 10^{-9}$ м, досліджувались та перевірялися на спеціально розробленому для цього стенді [11 - 14]. Гнучка програма управління п'єзодвигуном дозволяє змінювати режим вимірювання і забезпечує відповідне положення площини поляризації поляризаційного елементу в залежності від обраної задачі [11].

Створений нами діючий макет компактного бортового ультрафіолетового поляриметра ми розглядаємо як базову модель для постановки космічного експерименту з вивчення впливу змін характеристик стратосферних аерозолів на глобальний і локальний клімат Землі. Прилад розроблено так, що є можливість модернізувати його в залежності від варіацій задач при постановці такого складного космічного експерименту. Так застосування сканування паралельно екватору (Рис. 2) та використання угруповання штучних супутників Землі створеного на базі малогабаритних мікросупутників – поляриметрів, які зорієнтовані на одну площадку (об'єкт дослідження) (Рис. 3.) дозволить суттєво підвищити точність досліджень.

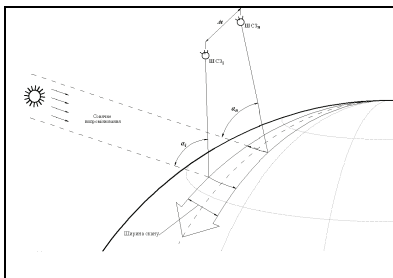


Рис. 2. Модель космічного експерименту зі скануванням УФП

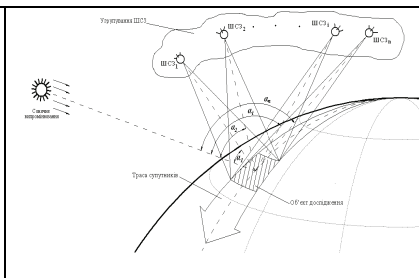


Рис. 3. Модель космічного експерименту на базі угруповання УФП

Висновок

Реалізація такого Проекту дає можливість отримати спостережні дані, аналіз яких дозволить визначити значення дійсної частини показника заломлення і розміри стратосферного аерозолію, його оптичну товщину, та

дослідити горизонтальну структуру аерозольного шару і його зміни в часі для побудови більш ґрунтовної моделі змін озонного шару Землі.

Список літератури

1. Мороженко А.В., Шаврина А.В., Велесь А.А., Роль стратосферного аэрозолю в формировании озонного слоя // Кинемат. физика небесных тел. 2000, vol. 16, no. 4, с. 364-368.
2. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskii P.V. Aerosol in the upper layer of earth's atmosphere // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. 2013, vol. 29, no. 5, p. 243-246.
3. Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskiy P.V., Kostogryz N.M. On the Efficiency of Polarization Measurements while Studying Aerosols in the Terrestrial Atmosphere // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. 2014, vol. 30, no 1, p. 11-21.
4. Nevodovskiy P.V., Morozhenko O.V., Vidmachenko A.P., Ivakhiv O., Geraimchuk M., Zbrutskyi O. Tiny Ultraviolet Polarimeter for Earth Stratosphere from Space Investigation // IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS-2015). 24-26 September 2015, Warsaw, Poland. Proceedings, vol. 1, p. 28-32.
5. Nevodovskiy P.V., Morozhenko A.V. Studies into stratospheric ozone layer from near-earth orbit utilizing ultraviolet polarimeter. // Acta Astronautica, 2009, vol. 69, no 1, p. 54-58.
6. Неводовский П.В., Мороженко А.В. Неводовский Е.П., Гераимчук М.Д., Изучение характеристик аэрозоля стратосферы Земли методом ультрафиолетовой поляриметрии // Оптика и спектроскопия. 2009, vol. 107, №2, с. 231-23.
7. Nevodovsky P., Morozhenko A., Vidmachenko A., M. Geraimchuk, Zbrutskyi A., Kureniov Yu., Sergunin V., Hirniak Yu., Ivakhiv O. Ultraviolet Polarimeter for Studying the Aerosol Component in the Earth Atmosphere // International Symposium "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD - 2013), 24 - 27 June 2013, Saint-Petersburg-Petrodvorets, Russia, St. Petersburg State University Publishing House, Proceedings, p. 21.
8. Geraimchuk M., Genkin O., Ivakhiv O., Kureniov Yu., Morozhenko O., Nevodovskiy P., Petrenko S. Elements and Systems of Polarization Devices for Aerospace Investigation. 2009. Monography, EKMO. Kyiv (in Ukrainian).
9. Vidmachenko A.P., Geraimchuk M.D., Dubinec V.I., Nevodovskiy E.P., Nevodovskiy P.V., Petrenko S.F. Ways of the modulation of the polarized light in astronomical device // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". Series Instrument Making. 2004, vol. 27, p. 61-66.
10. Vidmachenko A. P., Nevodovskiy E. P., Nevodovskiy P. V. Light modulators for astronomical polarimeters // Astronomical School's Report. 2004, vol. 5, no. 1-2, p. 236-241.

11. Nevodovskij P.V. Kvantakons and optimization of their parameters for astronomical observations // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* 2001, vol. 17, no. 3, P. 279-288.
12. Невоодовський П.В., Гераїмчук М.Д., Відьмаченко А.П., Івахів О.В. Делець О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДЮДІВ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ПОЛЯРИМЕТРА УФП // XV Міжнародна науково-технічна конференція «ПРИЛАДОБУДУВАННЯ 2016: стан і перспективи», ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ, 2016, К., С. 71-72.
13. Sorochynskiy R.R., Nevodovskyi P.V., Vidmachenko A.P., Herayimchuk M.D., Ivakhiv O.V. The stand for research and testing of layout of ultraviolet photo-polarimeter (UPP) // 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, held May 26-27 2016, in Kyiv, Ukraine. The program and abstracts. P. 82-83.
14. Nevodovskiy P.V., Vidmachenko A.P., Geraimchuk M.D., Ivahiv O.V. About study of radiation flux carried out on the stand, which is designed for testing of space ultraviolet polarimeter // 16 Ukrainian Conference on Space Research. Abstracts. 22-27 August 2016. Odessa, Ukraine.

А.О. Терещенко, к.ф.-м.н., Ю.І. Великодський, к.ф.-м.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Фотометрія пилової хмари на Місяці, утвореної внаслідок падіння метеороїда

Обчислено основні фотометричні параметри двох пилових хмар, які утворились над поверхнею Місяця внаслідок удару метеороїда. Різні кінематичні властивості хмар дають підставу припустити, що вказані хмари мають різні механізми утворення.

Спостереження темної сторони Місяця надають можливість вивчення кінематичних та фізичних властивостей малих тіл Сонячної системи. Одним з найбільш придатних методів є відеоспостереження з метою фотометрії спалахів, що виникають внаслідок зіткнення метеороїдів з місячною поверхнею.

26.02.2015 в 21:35:22,87 було зареєстровано [1] унікальний спалах: його відстань від термінатора складала лише 60 км (селенографічні координати $7.9^{\circ} \pm 0.6^{\circ}$ W; $26.1^{\circ} \pm 1.6^{\circ}$ S), внаслідок чого висота верхньої границі тіні над місцем падіння була близько 1 км. Пилова хмара, що утворилася внаслідок вибуху, розширювалась; її верхня частина швидко вийшла з області тіні та стала видимою в сонячному світлі. Дослідження кривої блиску та розподілу поверхневої яскравості пилової хмари може надати корисну інформацію для оцінки основних параметрів ударного тіла (маси, швидкості, напрямку зіткнення) та побудови моделі вибуху.

Задачею нашого дослідження була первинна обробка серії кадрів, отриманих в [1], з метою побудови кривих блиску. Відеокадри були отримані з експозицією 20 мс, часовий інтервал між кадрами складав 40 мс. Їх первинна обробка має включати в себе корекцію за bias та плоске поле. Однак вимірювання цих характеристик авторами [1] не проводились, тому bias ми не враховували. Плоске поле ми синтезували за кадрами цієї ж серії в припущенні, що фон розсіяного світла на темній стороні Місяця є гладким, а високочастотні (в просторовій області) деталі кадрів є наслідком нерівномірності чутливості пікселів камери. Було усереднено 150 кадрів, що передували спалаху, та проведена апроксимація отриманого усередненого кадра за допомогою зваженої локальної лінійної регресії (LOWESS – Locally Weighted Scatter plot Smoothing) [2]. Плоске поле було отримано як відношення яскравостей пікселів усередненого кадру до значень яскравостей, отриманих шляхом регресії.

Внаслідок неточності системи ведення телескопу зображення Місяця зазнавало систематичного зміщення на протязі всієї серії кадрів, тому на наступному етапі було проведено суміщення кадрів. Для цього було вибрано дві відокремлені освітлені деталі рельєфу поблизу термінатору; ділянки зображення в околі радіусами відповідно 8 та 6 пікселів навколо вказаних деталей (3 та 4 на рис.1) виступали так званими контрольними зонами. На

кожному з кадрів серії здійснювалась апроксимація яскравості всередині кожної з двох контрольних зон за допомогою комбінації лінійного тренду та двовимірної функції Гауса, що дозволило оцінити положення центрів вказаних деталей рельєфу на окремих кадрах, а отже, оцінити величину вертикального та горизонтального зміщення кожного кадру відносно першого кадру, на якому з'являється спалах. Знайдені серії величин зміщень апроксимувалися за допомогою згладжувального сплайну, після чого всі кадри були зміщені шляхом лінійної інтерполяції таким чином, щоб сумістити їх з першим кадром спалаху.

Для зменшення впливу випадкового шуму суміщені кадри після спалаху усереднювались між собою, причому ширина вікна усереднення змінювалась: якщо відразу після спалаху усереднювалось за 51 послідовним кадром, то в кінці серії усереднення відбувалось за 201 послідовним кадром.

На наступному етапі з метою відокремлення яскравості хмари від яскравості розсіяного світла, яке утворює фон на темній стороні Місяця, було здійснено видалення фону. Для цього від кожного усередненого після спалаху кадру віднімався кадр, отриманий шляхом усереднення всіх кадрів перед спалахом. Однак виявилось, що протягом хвилини, що тривало відео, загальний тренд яскравості фону змінювався. Тому на кожному кадрі – різниці усереднених кадрів після та до спалаху – ми апроксимували площиною яскравість ділянки фону на великій відстані від місця спалаху; отриманий лінійний тренд віднімався від розподілу яскравості кожного кадру.

Після описаних етапів первинної обробки кадрів було проведено дослідження яскравості пилової хмари.

Безпосередньо після вибуху на протязі 6 кадрів спостерігається яскравий тепловий спалах в місці падіння метеороїда; після його зникнення починає зростати пилова хмара, видима за рахунок випромінювання розсіяного сонячного світла. Візуальний аналіз оброблених нами кадрів показав, що після вибуху утворилось дві пилові хмари – велика і мала, які характеризуються різними розмірами, яскравостями та швидкостями розширення. Задачею нашого дослідження було вивчення динаміки яскравості обох хмар. Для цього ми апроксимували яскравість малої та великої хмар відповідно функціями вигляду

$$f_m(x, y) = C_m \exp \left(-\frac{(x-x_m)^2 + (y-y_m)^2}{\sigma^2} \right),$$

$$f_b(x, y) = C_b \exp \left(-\frac{(x-x_b)^2}{\sigma_x^2} - \frac{(y-y_b)^2}{\sigma_y^2} \right).$$

Апроксимація великої хмари будувалась на основі тих пікселів, що лежать всередині кола радіусом 35 пікселів, але з цієї ділянки були виключені пікселі, що належать двом контрольним зонам та термінатору. Спочатку виконувалась апроксимація для малої хмари (1 на рис.1), після чого її апроксимована яскравість віднімалася із загальної яскравості кадру; потім виконувалась апроксимація великої хмари (2 на рис.1), яка аналогічним чином віднімалася від загальної яскравості кадру та знову будувалась апроксимація малої хмари і т.д. Як показали обчислення, після декількох ітерацій параметри апроксимації збігаються до фіксованих значень.

Знайдені в результаті апроксимації параметри x_m, y_m, x_b, y_b є оцінками положення максимумів яскравості обох хмар на кадрах після спалаху, а отже, дозволяють оцінити горизонтальні компоненти швидкості руху хмари. Параметри C_m, σ дозволяють оцінити інтегральну яскравість малої хмари як $C_m \sigma^2 \pi$; аналогічно оцінкою інтегральної яскравості великої хмари є $C_b \sigma_x \sigma_y \pi$.

Криві блиску великої та малої хмар представлені на рис.2. Видно, що велика хмара має яскравість, на порядок більшу від яскравості малої. Яскравість обох хмар зростає з часом, що можна пояснити поступовим виходом пилу з тіні.

Координати центру малої хмари x_m, y_m суттєво не змінюються та співпадають з місцем падіння метеороїда. Це свідчить про те, що спостережуване явище відбувається на Місяці, а не в атмосфері Землі. В той же час положення центру великої хмари (x_b, y_b) зміщується зі швидкістю близько 3 км/с в напрямку від термінатора.

Висновки. Обчислено основні фотометричні параметри двох пилових хмар, які утворились над поверхнею Місяця внаслідок удару метеороїда. Різні кінематичні властивості хмар дають підставу припустити, що вказані хмари мають різні механізми утворення.

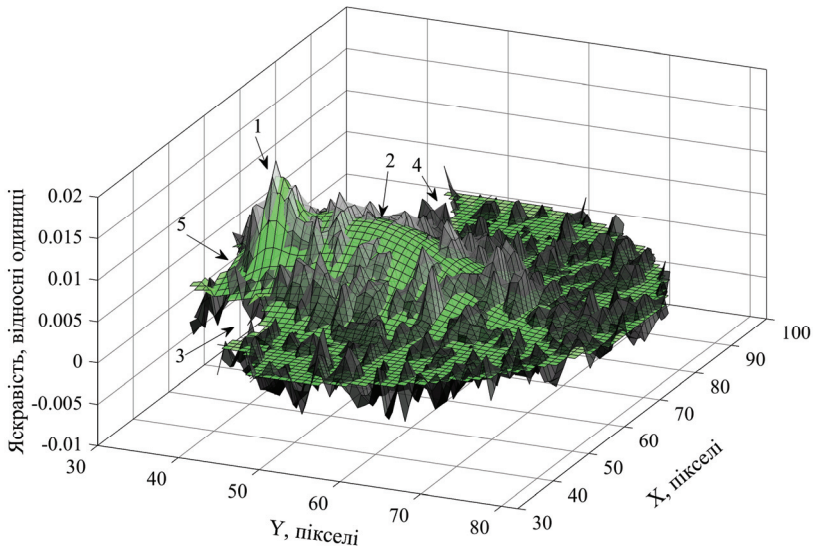


Рис.1. Приклад апроксимації яскравості пилової хмари; клітинки на апроксимувальній поверхні відповідають пікселям зображення; 1 – мала хмара; 2 – велика хмара; 3, 4 – контрольні зони; 5 – зона термінатора.

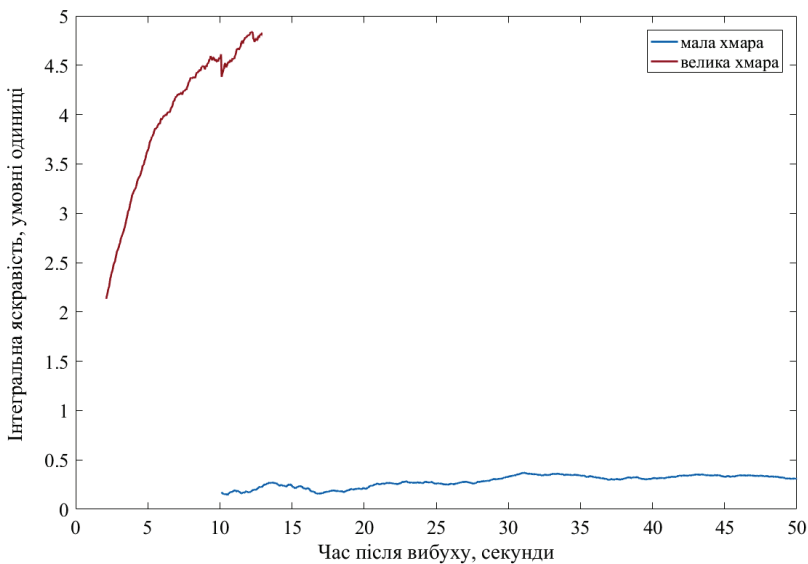


Рис. 2. Криві блиску великої та малої хмар

Список літератури

1. Iten M., Lena R., Sposetti S. A very interesting probable meteoroidal impact on the Moon: preliminary report // Selenology Today. – March, 2015. – P. 4–10.
2. Хардле В. Прикладная непараметрическая регрессия. – М.: Мир, 1993. – 349 с.

Ю.І. Великодський, к.ф.-м.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

В.В. Корохін, к.ф.-м.н.
(Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Україна)

В.О. Мартинюк
(Національний авіаційний університет, Україна)

Цифрова модель рельєфу Місяця за даними фотоклінометрії та лазерної альтиметрії

Розроблено алгоритм побудови цифрової моделі рельєфу Місяця на основі одночасного використання фотометричних та альтиметричних даних. Отримано цифрову модель рельєфу для тестової місячної ділянки, яка має не гіршу точність, ніж SLDEM2015, але позбавлена певних недоліків останньої.

Детальна цифрова модель рельєфу Місяця необхідна для вирішення різних задач. Наприклад, крупномасштабне картографування за супутниковими зображеннями може бути виконано тільки з урахуванням висот, що відомі з таким же просторовим розділенням. Детальна топографія також необхідна для вивчення геологічних процесів, планування місць посадок тощо.

Найкращою цифровою моделлю рельєфу Місяця наразі є SLDEM2015 [1]. Її розділення на екваторі складає 60 м, точність по висоті 3-4 м. Ця модель була отримана на основі поєднання моделі рельєфу SELENE Terrain Camera (TC DEM, стереофотограмметрія, [2]) та даних лазерної альтиметрії LRO LOLA [3]. Точність висот TC DEM – 10 м, формальне розділення – близько 10 м/пікс. Точність висот LOLA – 1 м, розділення по широті (уздовж селенографічного меридіану) – близько 10 м, проте розділення по довготі – значно гірше: відстань між сусідніми меридіональними треками висот може досягати 5 км. Об'єднана модель SLDEM2015 покращує точність та розділення цих двох моделей. Але вона має і недоліки: на місці треків LOLA спостерігаються розриви. В цілому підхід поєднання різних методів побудови цифрової моделі рельєфу виглядає перспективним. Ми вирішили розвинути цей підхід. По-перше, замість методу стереофотограмметрії ми використали метод фотоклінометрії, який дає значно краще просторове розділення. По-друге, ми поєднали обидва методи в одному алгоритмі, використовуючи усі дані одночасно, на відміну від авторів [1], які прив'язували готову стереофотограмметричну модель рельєфу до даних LOLA.

Фотоклінометрія проводилась за даними ширококутної камери LROC WAC космічного апарату LRO. Зображення LROC WAC, що отримано у 5 спектральних каналах, утворюють унікальний набір даних, який покриває будь-яку ділянку Місяця сотні разів за різних фотометричних умов з розділенням 40-200 м. Ми використали канал 604 нм, який найменше спотворено дисторсією [5].

Залежність яскравості поверхні Місяця від локального нахилу рельєфу та фотометричних умов спостереження дає можливість отримати з такого набору даних інформацію про довготний нахил рельєфу (нахил уздовж селенографічної паралелі). На жаль, широтний нахил у такий спосіб отримати дуже важко, бо селенографічна широта Сонця не може перевищувати 1.5° за модулем. У той же час дані лазерної альтиметрії LOLA містять як раз широтну складову висоти рельєфу завдяки меридіональній орієнтації орбіти супутника. Тому сумісна обробка даних фотометрії та альтиметрії дозволяє повністю відновити як широтний, так і довготний розподіл висот рельєфу.

Представимо яскравість місячної ділянки у вигляді [6]:

$$R(\alpha, i, e) = Ap(\alpha)D(\alpha, i, e), \quad (1)$$

де R – видиме альbedo, A – нормальне альbedo, $p(\alpha)$ – фазова функція, $D(\alpha, i, e)$ – дискова функція, α – кут фази, i – кут падіння, e – кут спостереження. У якості фазової функції ми використовували функцію [7]:

$$p(\alpha) = \exp(-\eta\alpha^\rho), \quad (2)$$

де η – параметр фазового нахилу, ρ – параметр, який ми зафіксували: $\rho = 0.6$. У якості дискової функції ми використовували теоретичну функцію Акімова [6, 8].

Залежність від нахилу рельєфу входить у (1) через дискову функцію, яку можна виразити через цей нахил:

$$D(\alpha, i, e) = D(\alpha, i_0, e_0, s_{lat}, s_{lon}), \quad (3)$$

де i_0, e_0 – кути падіння та спостереження, якщо нахил рельєфу відсутній (відносно сферичної поверхні Місяця), s_{lat} – кут широтного нахилу, s_{lon} – кут довготного нахилу.

Для прискорення обчислень ми лінеаризували рівняння (1). Для цього, по-перше, ми прологарифмували його. Далі, вважаючи, що кути нахилів нам відомі у певному наближенні, ми шукали тільки малі поправки до них Δs_{lon} . Тоді логарифм функції (3) можна розкласти у ряд Тейлора та залишити тільки лінійний член по Δs_{lon} . Широтний нахил s_{lat} ми вважаємо фіксованим. Отримаємо:

$$\begin{aligned} \ln R(\alpha, i, e) &= \ln K + \ln A + \ln p(\alpha) + \ln D(\alpha, i_0, e_0, s_{lat}, s_{lon}) = \\ &= \ln K + \ln A - \eta\alpha^\rho + \ln D(\alpha, i_0, e_0, s_{lat}^{(0)}, s_{lon}^{(0)}) + \\ &+ \frac{\partial \ln D(\alpha, i_0, e_0, s_{lat}^{(0)}, s_{lon}^{(0)})}{\partial s_{lon}} \Delta s_{lon}, \end{aligned} \quad (4)$$

де індекс (0) означає нульове наближення, коефіцієнт K є калібрувальним множником для кожного зображення LROC WAC. У якості нульового наближення рельєфу ми брали модель SLDEM2015. Невідомими величинами у (4) є для кожного зображення: $\ln K$, для кожної точки місячної поверхні: $\ln A$, η , Δs_{lon} .

Для одночасного використання даних альтиметрії LOLA, які представлені як набір вимірних висот [9], треба перейти від невідомих поправок до нахилів Δs_{lon} до невідомих поправок до висот Δh . Довготний нахил у певній точці поверхні можна наближено виразити через різницю висот h у точках, що оточують дану точку у довготному напрямку:

$$s_{lon,j} = \arctg \frac{h_{j-\frac{1}{2}} - h_{j+\frac{1}{2}}}{L}, \quad (5)$$

де L – масштаб по довготі у км/пікс., j – номер пікселя по горизонталі (по довготі). Шукані зображення $\ln A$, η та h ми представили у циліндричній еквідистантній проєкції так, що зображення h зміщено по довготі на півпікселя відносно $\ln A$ та η та має ширину на один піксель більше.

Тоді можна знайти похідну від функції (5):

$$\frac{\partial s_{lon,j}}{\partial (h_{j-\frac{1}{2}} - h_{j+\frac{1}{2}})} = \frac{L}{L^2 + (h_{j-\frac{1}{2}} - h_{j+\frac{1}{2}})^2}. \quad (6)$$

і рівняння (4) набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \ln R_{jk}(\alpha, i, e) = & \ln K_k + \ln A_j - \eta_j \alpha^p + \ln D(\alpha, i_0, e_0, s_{lat,j}^{(0)}, s_{lon,j}^{(0)}) + \\ & + \frac{\partial \ln D(\alpha, i_0, e_0, s_{lat,j}^{(0)}, s_{lon,j}^{(0)})}{\partial s_{lon}} \frac{L}{L^2 + (h_{j-\frac{1}{2}} - h_{j+\frac{1}{2}})^2} (\Delta h_{j-\frac{1}{2}} - \Delta h_{j+\frac{1}{2}}), \end{aligned} \quad (7)$$

де k – номер зображення. Номер пікселя по вертикалі (по широті) у (7) не показано, але рівняння (7) записано для кожного рядка зображення.

Система рівнянь (7), що записані для кожного пікселя кожного зображення, тепер може бути доповнена рівняннями з альтиметричними висотами:

$$h_{LOLA} = W \left(w h_{i-\frac{1}{2}} + (1-w) h_{i+\frac{1}{2}} + w \Delta h_{i-\frac{1}{2}} + (1-w) \Delta h_{i+\frac{1}{2}} \right), \quad (8)$$

що записані для кожного вимірювання LOLA, де h_{LOLA} – висота за даними LOLA, w – ваговий множник інтерполяції, який залежить від відстані пікселя WAC до точки вимірювання LOLA, W – ваговий множник даних LOLA відносно даних LROC WAC. Найкращий результат вийшов для $W = 1$.

По широті інтерполяція подібно (8) не робилась: дані LOLA було віднесено до найближчого рядка зображення. Лінійну систему рівнянь (7) + (8) було розв'язано для тестової ділянки методом найменших квадратів відносно невідомих зображень $\ln A$, η , h та коефіцієнтів $\ln K$ для кожного зображення LROC WAC. Розділення отриманих зображень 0.0025° (75 м) по довготі та широті. Для зменшення кількості змінних та об'єму необхідної для обчислення пам'яті розв'язання здійснювалось ітеративно. На кожній ітерації ми спочатку фіксували $\ln K$ та знаходили $\ln A$, η , h з системи (7) + (8) що записана для окремого рядка зображення. А потім фіксували $\ln A$, η , h та знаходили $\ln K$ для всіх кадрів. Далі ітерації повторювались.

Крім того, на кожній ітерації у якості наступного наближення використовувались висоти, що було знайдено на попередній ітерації. Для

цього за формулою (5) та аналогічною формулою для широтного нахилу розраховувалися нові нахили s_{lat} та s_{lon} . Нарешті, починаючи з третьої ітерації ми додатково виконували попереднє суміщення зображень. Проблема полягає в тому, що система координат зображень LROC WAC відома з похибкою порядку 100 м. Тому, коли ми після чергової ітерації маємо зображення параметрів $\ln A$, η , h , то можна змодельовати видиме альbedo для кожного зображення LROC WAC відповідно до його фотометричних умов за формулою (1). Ми суміщували зображення LROC WAC із змодельованими зображеннями та знаходили зміщення по двом координатам для кожного зображення. Тому кожна ітерація починалась зі зміщення вихідного зображення шляхом інтерполювання.

Результати для тестової ділянки розміром $0.4 \times 0.4^\circ$ показали, що добра точність досягається вже після третьої ітерації. Обчислення виконуються близько 5 хвилин.

Висновки. Розроблено алгоритм побудови цифрової моделі рельєфу Місяця на основі одночасного використання фотометричних та альтиметричних даних. Отримано цифрову модель рельєфу для тестової місячної ділянки, яка має не гіршу точність, ніж SLDEM2015, але позбавлена певних недоліків останньої.

Список літератури

1. Barker M.K., Mazarico E., Neumann G.A., et al. A new lunar digital elevation model from the Lunar Orbiter Laser Altimeter and SELENE Terrain Camera // *Icarus*. – 2016. – V. 273. – P. 346-355.
2. Haruyama J., et al. Data products of SELENE (Kaguya) Terrain Camera for future lunar missions // *Lunar and Planetary Science Conference*. – 2014. – P. 1304.
3. Smith D.E., et al. The Lunar Orbiter Laser Altimeter investigation on the Lunar Reconnaissance Orbiter Mission // *Space Sci. Rev.* – 2010. – V. 150. – P. 209–241.
4. Robinson M.S., Brylow S.M., Tschimmel M., et al. Lunar reconnaissance orbiter camera (LROC) instrument overview // *Space Sci. Rev.* – 2010. – V. 150, – P.81–124.
5. Korokhin V., Shkuratov Y., Kaydash V., et al. Characterization of a photometric anomaly in lunar Mare Nubium // *Planet. Space Sci.* – 2016. – V. 122. – P. 70–87.
6. Shkuratov, Y., Kaydash, V., Korokhin, V., et al. Optical measurements of the Moon as a tool to study its surface // *Planet. Space Sci.* – 2011. – V. 59. – P. 1326–1371.
7. Korokhin, V.V., Shkuratov, Y.G., Kaydash, V.G., et al. A new phase function of the lunar surface deduced from LROC WAC Photometric Measurements // Abstract # 1248. In: *Proceedings of 47-th Lunar and Planetary Science*. LPI. Houston. – 2016.
8. Акимов Л.А. Отражение света Луной. I // *Кинематика и физика небесных тел*. – 1988. – Т.4, № 1. – С.3–10.
9. <http://oderest.rsl.wustl.edu/GDSWeb/GDSL0LARDR.html>

*Л.В. Гебрин-Байди, асистент, М.М. Дубовенко,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Використання водних індексів для ідентифікації перезволожених земель

Представлено підхід для оцінювання зволоженості ґрунтового покриття, що базується на застосуванні різних нормово-різницевих водних індексів. Виявлено, що застосування для обчислення нормованих різницевих водних індексів другого короткохвильовий інфрачервоного каналу Swir 2, дає більш чіткі зображення перезволожених територій.

Вступ

Вода – є одним з основних елементів родючості ґрунтів. Максимальний врожай сільськогосподарських культур отримують лише при оптимальній кількості вологи в ґрунті. Вода необхідна рослинам напротязі всього періоду життя: для набухання насіння, для різних біохімічних процесів в рослинних клітинах, проходження стадії розвитку, для транспірації, для розчинення в ґрунті поживних речовин, які потім потрапляють в рослини, для регулювання температури ґрунту. Погодні умови, зрошення, осушення мають важливе значення при оцінюванні вологості ґрунтів, проте, фізичні властивості ґрунтів, а саме структурність та механічний склад відіграють особливу роль у регулюванні водно-фізичних властивостей ґрунтів. Дані характеристики визначають не тільки загальний запас води у ґрунті, в умовах конкретної ландшафтної зони, але і визначають степінь рухомості та швидкості водообміну. Вплив механічного складу ґрунту проявляється в тому, що пісчані ґрунти висихають швидко, втрачаючи воду через випаровування. Вони не утримують стільки води скільки суглинкові та глинисті. Значний вплив на вміст води в ґрунті виявляє характер поверхні. Чим рівніша поверхня ґрунту тим менше вона випаровує води. В той час як, поверхня після оранки випаровує значно більше вологи.

Накопичення та зберігання води в ґрунті у багатьох випадках залежить від водно-фізичних властивостей, таких як: водопоглинаючість, водозатримна здатність, водопідійомна та випаровувальна здатність.

Як відомо, під вологістю ґрунту розуміють вміст в її порах та тріщинах певної кількості води. Уся вода, яка є в ґрунтовій породі в природних умовах, називається природною вологістю ґрунту ($W\%$). Здебільшого, вологість виражають відношенням ваги води (q_b), яка вміщується в породі, до ваги сухої породи (q_c) (вагова вологість) у відсотках. Вплив природної вологості на міцність ґрунтів змінюється залежно від типу ґрунтів. У пісчанних ґрунтах вологість впливає на міцність і стійкість дрібнозернистих і глинистих їхніх різновидах. На оцінку властивостей середньо- і крупнозернистих пісків, а також уламкових порід вологість практично не впливає. У глинистих ґрунтах спостерігається різка зміна властивостей зі зміною вологості. Сухі глини

поводять себе як тверді тіла. При збільшенні вологи вони поступово втрачають міцність, переходять у стан розтікання, тобто повністю втрачають міцність. Практично вологість не впливає на властивості гірських порід з жорсткими зв'язком (скельних, частково напівскельних) [1].

При дослідженнях впливу природної вологості потрібно приділити особливу увагу максимальній молекулярній вологоємності, яка визначається у максимальній кількості води, що здатна утримуватися на частинках гірських порід.

Табл. 1.

Зв'язок виду ґрунту з переважаючими розмірами фракційних частинок та максимальної молекулярної вологоємності

Вид ґрунту	Переважаючий розмір частинок (d, мм)	Максимальна молекулярна вологоємність %
Крупнозернистий пісок	1,0-0,5	1,57
Дрібнозернистий пісок	0,25-0,1	2,73
Супісок	0,05-0,005	10,18
Глина	<0,005	44,85

Отже, при оцінюванні вологості перш за все потрібно ідентифікувати до якого виду належить даний ґрунт, тому що із зростанням часток фізичної глини, вологоємність збільшується і зростає запас вологи води в ґрунті.

Для оцінювання показника вологості ґрунтів Закарпаття було проаналізовано матеріали дослідження за 2013 рік.

Як свідчить вище опрацьований матеріал, для ідентифікації типу ґрунту значну перевагу мають методи засновані на застосуванні аерокосмічних даних [5]. Велика кількість публікацій свідчить про досить обґрунтовані передумови використання на різних етапах оцінювання вологості ґрунтів даних сучасних космічних зйомок у різних діапазонах електромагнітного спектра [2, 3, 3, 55, 7, 8 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, 9, 11]. А саме у видимому, інфрачервоному та мікрохвильовому діапазонах, що дає змогу виділити та оконтурити зони живлення та розвантаження підземних вод. Тематична обробка космічних знімків дозволяє виявити ландшафтні зони для оцінки значень складових вологості ґрунту та водного балансу. Запропоновані методичні підходи на основі використання мультиспектральної космічної зйомки суттєво доповнюють традиційне ландшафтне та структурне дешифрування матеріалів отриманих під час наземних методів. На основі використання розрахункових методів можливим є визначення осередків перезволоження та надмірної вологоємності ґрунту і фактично оцінити складові водного балансу [2].

Дешифрування матеріалів супутникових зйомок з метою оцінювання вологості ґрунтувалось в основному на апіорному аналізі з використанням деяких компонентів ландшафту, які виявляються на космічних знімках, це і рослинність, рельєф, гідромережа, які формуються безпосередньо під впливом загальної вологоємності ґрунту [12].

Особливості мультиспектральних космічних зйомок передують тому що, по-перше є можливість проводити класифікацію земної поверхні на основі даних спектрального відбиття в різних каналах зйомки, що дозволяє при виділенні відповідних класів оцінювати зволоженість земного покриття та виконувати узагальнену оцінку інтенсивності процесів забезпечення вологоємності. По-друге, мультиспектральна зйомка надає можливість обчислювати різні індексні значення та математичні показники, особливо так звані водні індекси, які визначаються на основі спектрального відбиття в інфрачервоних діапазонах електромагнітного випромінювання, що чутливі до зволоженості земної поверхні. Це може бути використано для оцінювання загальної вологості ґрунту, для характеристики вологоємності, встановлення западин мікрорельєфу, перезволоженості та надмірної осушеності [6, 8, 11].

Представлено підхід для оцінювання зволоженості земного покриття на основі різних водних індексів. Розглянуто різні водні індекси, чутливі до зволоженості земного покриття, зокрема індекс *NDWI* (Normalized Difference Water Index), запропонований В. Gao [10, 11].

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}, \quad (2)$$

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} \quad (3)$$

Для оцінювання зволоженості земного покриття застосовано індекс *NWI* (Normalized Water Index), який у роботі М. Griffin був рекомендований тільки для відокремлення снігового покриву і тому мав назву *NDSI* (Normalized Difference Snow Index) [11]. Але, як показали дослідження О. Сахацького, використання нормованої різниці спектрального відбиття в зеленій (Green) та середній інфрачервоній (Swir) смугах спектра дозволяє ефективно виконувати оцінку вмісту води як в рослинному покриві, так і у верхньому шарі відкритого ґрунту [6]. Застосовано та експериментально доведено доцільність використання індексу NWI_{green} , що розраховується на основі нормованої різниці спектрального відбиття в зеленій Green (0,560-0,600 мкм), та середній інфрачервоній Swir 1 (1560-1650 мкм) смугах спектра для оцінювання вологості ґрунтів на землях різних ландшафтних зон Закарпаття. Проведені автором дослідження засвідчили, що на основі індексу можна ефективно виконувати оцінку вмісту води як в рослинному покриві, так і у верхньому шарі відкритого ґрунту. Індекс розраховується за формулою (4) та (5):

$$NWI_{green-swir1} = \frac{Green - SWIR1}{Green + SWIR1} \quad (4)$$

$$NWI_{swir1-swir2} = \frac{SWIR1 - SWIR2}{SWIR1 + SWIR2}, \quad (5)$$



Рис. 1. МД Гать, Берегівський р-н Закарпатська область, інтерпретація індексу $NWI_{swir1-swir2}$

Висновок. Виконаний аналіз різних показників та індексів дозволив застосувати для поставлених завдань нормалізовані водні індекси NWI , що розраховуються за даними мультиспектральної космічної зйомки на основі нормованої різниці спектрального відбиття короткохвильовій інфрачервоній смугах спектра.

Список літератури

1. Бабков В. Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов / В. Ф. Бабков // М.: Высшая школа, 1964. – 567 с.
2. Дейвис Ш. М. Дистанционное зондирование: количественный подход / Ш. М. Дейвис, Д. А. Ландгриб, Т. Л. Филипс и др. Под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвис; Пер. с англ. М.: Недра, 1983, 567 с.
3. Дробыш С. В. Отражательная способность почв разной степени смывости / С. В. Дробыш, Т. В. Бубнова, Т. Н. Азаренок // Почвоведение и агрохимия. -2010. - № 1 (44). - С 49 - 57.
4. Кохан С. С. Застосування просторових поліпшувальних перетворень космічних знімків та формування похідних зображень для дослідження агресурсів / С. С. Кохан // Вісн. геодез. та картогр. – 2010. – № 3. – С. 22 - 27.
5. Муратова Н. Р. Опыт оценки весенних запасов почвенной влаги на основе спутниковой информации и наземных обследований / Н. Р. Муратова, А. Г. Терехова // Сб. науч. стат. Всероссийской конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» под ред. О. Ю. Лавровой, Е. А. Лупяна. – М.: Полиграф сервис, 2004. – С. 191-196.
6. Сахацький О. І. Методологія використання матеріалів багатоспектральної космічної зйомки для вирішення гідрогеологічних задач: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. геол. наук: спец. 05.07.12 «Дистанційні аерокосмічні дослідження» / О. І. Сахацький. – К., 2009. – 40 с.

7. Трускавецький С. Р. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриття Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.18 «Ґрунтознавство» / С. Р. Трускавецький. – Х., 2006. – 24 с.
8. Шатохин А. В. Сопряженное изучение черноземов Донбасса наземными и дистанционными методами / А. В. Шатохин, М. А. Лыдин // Почвоведение. – 2001. – № 9. – С. 1037 – 1044.
9. Corwin D. L. Field testing of models which identify soils susceptible to salinity development / D. L. Corwin, M. Sorensen, J. D. Rhoades // Geoderma. - 1989. - Vol. 45, № 1. - P. 31 - 64.
10. Gao B. C. NDWI - A Normalized Difference Vegetation Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. / B. C. Gao // Remote Sensing of Environment, 1996, NYC, 58, - P. 257 - 266.
11. Griffin M. K. Examples of EO-1 Hyperion Data Analysis / M. K. Griffin, S. M. Hsu, H. K. Burke, S. M. Orloff, C. A. Upham // Lincoln Laboratory journal, USA, vol. 15, № 2, 2005, P. 271 – 298.
12. Nield S. J. Mapping Gypsic and Natric Soil. Areas Using Landsat ETM Data [text] / S. J. Nield , J. L. Boettinger, R. D. Ramsey // Soil Science Society of America Journal, 2007. - № 71. - P. 245 - 252.

Дослідження електронного теодоліта FET 405K

Сучасний стан електронно-оптичної промисловості дозволив створити геодезичні прилади – електронні теодоліти і тахеометри, які у поєднанні з мікропроцесорами дають можливість автоматизувати геодезичні вимірювання. При вимірюванні кутів використовують кодові і (накопичувальні) перетворювачі. Дослідженню точності та похибок перетворювачів присвячено багато наукових і практичних робіт, але до кінця структура помилок перетворювачів електронних теодолітів і тахеометрів не вивчена.

Зміщення центру C поділок круга з віссю обертання K та незбігу осі обертання круга K з віссю обертання аліади A наведено на (рис.1). Незбіг осі обертання аліади з центром поділок круга – є ексцентриситет аліади.

Значення ексцентриситету аліади $e_A = CA$ залежить від значення $e_K = CK$ - ексцентриситету круга, значення $e_{oci} = AK$ - незбігу осей обертання круга та аліади, а також від їх взаємного розміщення.

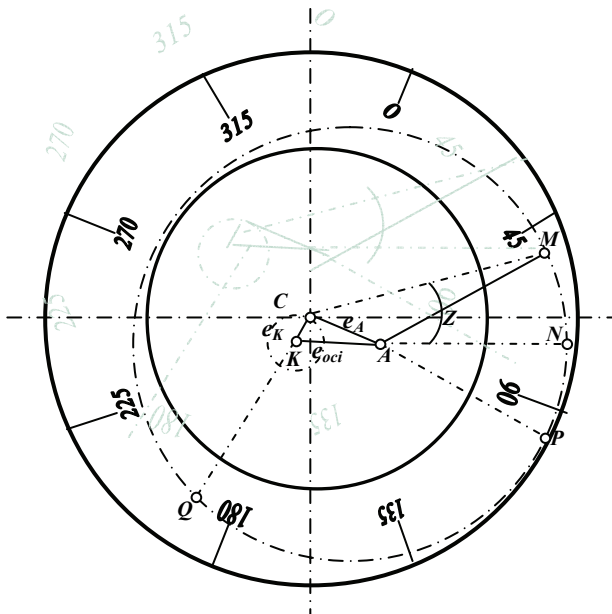


Рис. 1. Схема розміщення центрів осі, аліади і горизонтального круга

Всі ці елементи знаходяться в залежній взаємодії і впливають один на одного, змінюючи напрямки та значення результуючої ексцентриситету e_A .

Для визначення лінійних та кутових величин ексцентриситету і колімаційної помилки виконаємо такі дії. Встановимо теодоліт на штативі. Навколо нього (по колу) розмістимо n марок через інтервал $\Delta\varphi$. Напрямок на будь-яку марку приймемо за початковий. Двома обертами в прямому напрямі при крузі ліво (L) та двома обертами в зворотному напрямі при крузі право (R) візьмемо відліки на ці марки. Обчислимо середнє значення відліків на марки з двох обертів при кожному положенні круга:

$$\begin{cases} L_i = \frac{L_{1i} + L_{2i}}{2}; \\ R_i = \frac{R_{1i} + R_{2i}}{2}; \end{cases} \quad (1)$$

де L_{1i} , L_{2i} , R_{1i} , R_{2i} - відліки з лімба при крузі (L) та (R) на кожен марку; $i=1,2,\dots,n$; $n=360^\circ/\Delta\varphi$; $\Delta\varphi=15^\circ$, 30° або 45° - інтервал визначення величин ексцентриситету. Обчислимо різниці V_{Ai} :

$$V_{Ai} = L_i - R_i \pm 180^\circ. \quad (2)$$

У табл. наведено обчислені значення V_{Ai} на відповідних відліках (з кроком $\Delta\varphi=15^\circ$), за якими побудовано графік у вигляді ламаної лінії (рис.2).

Табл. Визначення ексцентриситету аліади теодоліта FET 405K

U°	V_A''	E_A	$\delta_A'' = E_A - V_A''$	e_A , мм	$P(V_A)$
0	5	8,93	3,93	0,0032	0,045
15	22	14,93	-7,07		0,048
30	25	20,92	-4,08	0,0031	0,050
45	22	22,85	0,88		0,052
60	21	22,42	1,42	0,0037	0,054
75	27	23,27	-3,73		0,056
90	26	23,43	-2,57	0,0046	0,058
105	17	19,44	2,44		0,060
120	14	14,03	0,03	0,0057	0,062
135	11	11,58	0,58		0,062
150	5	9,93	4,93	0,0066	0,062
165	8	4,69	-3,31		0,062
180	-6	-2,26	3,74	0,0072	0,061
195	-9	-6,50	2,50		0,058
210	-5	-9,28	-4,28	0,0072	0,057
225	-15	-14,07	0,93		0,055
240	-14	-18,70	-4,70	0,0067	0,050
255	-19	-19,25	-0,25		0,044
270	-18	-17,60	0,40	0,0059	0,038
285	-18	-17,29	0,71		0,032
300	-12	-15,91	-3,91	0,0047	0,030
315	-11	-9,52	1,47		0,028

330	-1	-0,90	0,10	0,0037	0,022
345	-5	4,88	9,88		0,016

Виміряні значення різниць V_A'' із середньою квадратичною помилкою $m_V=15,9$, що перевищує паспортну точність приладу у 3 рази. За критерієм Пірсона вони не підкоряються закону нормального розподілу, за критерієм Аббе у вимірах присутня періодична складова. Періодичну складову апроксимуємо за формулою

$$E_A = d_0 + d_1 \sin(U+B_1) + d_2 \sin(2U+B_2) + d_3 \sin(4U+B_3) + d_4 \sin(6U+B_4) \quad (3)$$

Напрям ексцентриситету відносно нуля визначимо так:

$$\operatorname{tg} B_1 = - [V_{Ai} \cos U] / [V_{Ai} \sin U]; \quad U=0^\circ, 15^\circ, \dots, 345^\circ. \quad (4)$$

де d_1 - найбільша амплітуда коливань, що дорівнює:

$$d_1'' = \frac{2}{n} \sqrt{[V_{Ai} \sin U]^2 + [V_{Ai} \cos U]^2}; \quad (5)$$

d_0 - подвійна колімаційна похибка, яка становить:

$$d_0'' = 2C'' = [V_{Ai}] / n. \quad (6)$$

Значення ексцентриситету в лінійній мірі (наведені у табл.1) визначимо за формулою:

$$e_A = \frac{E_A'' R}{\rho''}, \quad (7)$$

де R - радіус круга досліджуваного теодоліта; $\rho = 206264,8$.

Коефіцієнти B і D (амплітуда та початкова фаза кожної гармоніки) обчислюються за наступними формулами:

$$d_i = \frac{[X_\varphi(U) \sin 2iU]}{n \sin(i\beta) \sin(i\beta + Bi)} = \frac{[X_\varphi(U) \cos 2iU]}{n \sin(i\beta) \cos(i\beta + Bi)}; \quad (8)$$

$$\operatorname{tg}(i\beta + Bi) = - \frac{[X_\varphi(U) \sin 2iU]}{[X_\varphi(U) \cos 2iU]}; \quad i=1,2,\dots,k. \quad (9)$$

де n - кількість досліджуваних діаметрів; $\beta = 45^\circ; 90^\circ; 135^\circ$ - контрольний кут; k - кількість членів періодичного ряду (3); U - досліджуваний діаметр.

Використавши дані табл.1 обчислимо за формулами (4), (5), (6), (8), (9) значення коефіцієнтів і підставимо їх у формулу (3), яка набуде вигляду:

$$E_A = 2,92 + 21,26 \sin(U + 15,2521) + 2,08 \sin(2U - 124,7150) - 0,48 \sin(4U - 25,6934) - 1,58 \sin(6U - 108,4349) \quad (10)$$

графік якої у вигляді плавної кривої наведено на рис. 2.

Здійснено аналіз одержаних результатів визначення ексцентриситету. Припустимо, що відхилення вимірених величин на кожній установці лімба

мають випадковий характер і є незалежними випадковими величинами (НВВ), тобто розподіл цих відхилень повинен бути нормальним. Якщо розподіл відхилень підлягає нормальному закону, то ексцентриситет взагалі відсутній або такий, що не спотворюватиме результати вимірювань.

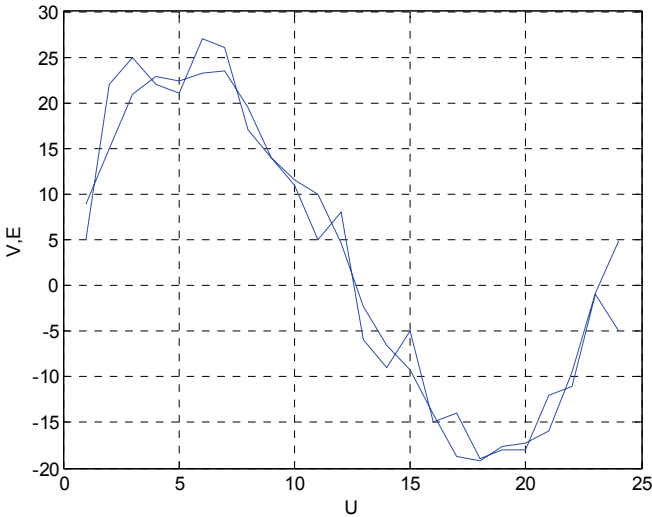


Рис. 2. Виміряні різниці V_A та апроксимовані значення E_A

Щоб встановити закон розподілу щільностей імовірності $P(V_i)$, необхідно чисельно вирішити рівняння Фредгольма першого типу [2]. Одержаний емпіричний закон розподілу порівнюємо за допомогою критерію Пірсона з нормальним.

Розподіл ексцентриситету є арксінусоїдальним на інтервалі від 0 до 2π . Значення імовірностей наведено в табл. 3 табл. та рис.2. видно, що найбільша імовірність відповідає відлікам, які розміщені на одному напрямі з центром поділу круга C , віссю обертання K та віссю обертання аліади A , тому, найбільш точні виміри будуть на відліках від 45° до 330° .

Введемо у виміряні V_A (обчислені за формулою (2)) поправки за систематичну частину ексцентриситету E_A і обчислимо відхилення δ_A :

$$\delta_A = V_A - E_A. \quad (11)$$

Визначимо закон розподілу цих відхилень [2]. Обчислене значення критерію Пірсона $X^2 = 2,81$, табличне значення $X_q^2 = 11,3$ [5], тобто розподіл величин δ_A (після виключення систематичної похибки) підлягає нормальному закону розподілу. Критерій Аббе $D_q = 0,414 < D = 1,086$ вказує на відсутність систематичної похибки. Розподіл δ_A наведено на мал.3. Асиметрія $A(\delta_A) = -0,38$, ексцес $E(\delta_A) = 3,24$. СКВ виміряних значень ексцентриситету V_A від

апроксимуючої кривої дорівнює $m_{\text{сд}} = 3,75''$, тобто апроксимуюча крива (10) добре збігається з вимірними значеннями.

Помилки діаметрів ГК необхідно знати з точністю $0,1''$, тому в обчисленнях достатньо мати дві цифри після коми. Якщо розбіжності між останнім і попереднім обчисленнями будуть менші $0,1''$ то кількість гармонік періодичного ряду (10) буде достатньою.

Висновки.

1. Якщо розподіл загальних похибок V_A будь-якого теодоліта відповідає нормальному розподілу, то немає ніякої необхідності обчислювати систематичні похибки (програму кутових вимірювань слід складати з таким розрахунком, щоб виміри проводити по всій шкалі лімба). В протилежному випадку необхідно обчислювати систематичні похибки за рівнянням (10), при цьому обмежуючись такою кількістю членів періодичного ряду, при якій значення залишків відповідає нормальному розподілу і є НВВ.

2. Під час обчислення систематичних похибок необхідно звернути особливу увагу на вибір контрольного кута, оскільки, коли кут $i\beta = 180^\circ$ у формулі (8) виникає невизначеність, то обчислення параметрів B та d ряду Фур'є надалі стає просто неможливим.

3. Наведена методика обчислення помилок діаметрів горизонтального круга, а також ексцентриситету аліади та горизонтального круга теодолітів є найкращим прикладом для навчання студентів геодезичного фаху при оволодінні ними засобами практичної роботи з теодолітами і є необхідною при проектуванні, конструюванні та побудові нових електронно - оптичних приладів з автоматизованою системою реєстрації вимірних величин.

Список літератури

1. Аникст Д.А., Константинович К.М., Меськин И.В. /Под ред. Якушенкова Ю.Г. Высоточные угловые измерения.-М.:Машиностроение, 1987.-480 с.
2. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы.- К.:Наук.думка, 1986.- 544с.
3. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади.-Л.:ІЗМН Престиж Інформ, 2000.-324 с.
4. Соломатин В.А., Шилин В.А. Фазовые оптико-электронные преобразователи.-М.:Машиностроение.,1986.-145 с.
5. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1983. - 416 с.
6. Фотоэлектрические преобразователи информации/ Под ред. Л.Н. Преснухина.-М.:Машиностроение, 1974.-375 с.
7. Ямбаев Х.К., Голыгин Н.Х. Геодезическое инструментоведение.- М.:ЮКИС, 2005.-312 с.

В.Ю. Беленок, к.ф.-м.н., Д. Деркач
(Національний авіаційний університет, Україна)

Визначення нормальних висот точок земної поверхні з використанням даних супутникових вимірювань і моделей геоїда

Розглянуто можливість визначення нормальних висот точок земної поверхні з використанням глобальних навігаційних супутникових систем. Наведено дані про точність глобальних моделей геоїда (квазігеоїда) для територій деяких країн.

Дистанційні аерокосмічні дослідження.

Методи визначення координат точок земної поверхні на основі глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), які широко використовуються на сучасному етапі розвитку геодезії, надають можливість, на відміну від традиційних методів геодезії, визначати одразу всі три геодезичні координати, у тому числі й висоту.

За теорією М.С. Молоденського, геодезичні висоти H є сумою аномалії висоти (висоти квазігеоїда) ζ і нормальної висоти H^p .

Як відомо, нормальною висотою точки M фізичної поверхні Землі є відрізок силової лінії, яка проходить в полі нормального потенціалу сили ваги через точку M , між рівневими поверхнями $U = U_0$ і $U = U_0 - C_M$, де $C_M = \int_{OM} g dh = W_O - W_M$ – геопотенціальне число (геопотенціал) точки M , який

безпосередньо визначається з наземних вимірювань перевищень і прискорення сили тяжіння. Саме нормальні висоти з 1958 р. зображували на топографічних картах СРСР і наводили у каталогах висот.

Аномалії висоти, у свою чергу, можна визначити за допомогою астрономо-гравіметричного нівелювання, використовуючи астрономо-геодезичні відхилення прямовисних ліній або через аномалії прискорення сили ваги. Але ці методи важко реалізувати з різних причин, наприклад, внаслідок неповної гравіметричної вивченості всієї поверхні Землі.

Тому актуальною є задача одержання нормальних висот за даними глобальних навігаційних супутникових систем з точністю, що задовольняє великомасштабним топографічним зніманням.

Методи ГНСС дозволяють одержати геодезичну висоту як відстань від точки поверхні Землі до еліпсоїда по нормалі (наприклад, до еліпсоїда WGS84 у системі GPS), а для вирішення більшості задач геодезії використовуються нормальні висоти. Отже, нормальну висоту можна отримати як різницю геодезичної висоти, отриманої з ГНСС, та аномалії висоти, визначеної за моделлю квазігеоїда.

З 2000 по 2009 рр. були запущені низькоорбітальні супутники CHAMP, GRACE та GOCE, що використовуються, у тому числі, для дослідження гравітаційного поля Землі. Останній із цих проєктів – GOCE – є найважливішим у проєкті Європейського Космічного Агентства і ставить на

меті: визначити аномалії сили ваги з точністю до 1 мГал, визначити геоїд з точністю до 1-2 см, досягнути просторої роздільної здатності краще 100 км.

На сьогодні доступними і найбільш точними для практичного застосування є модель геоїда національного агентства геопросторових досліджень Міністерства оборони США EGM2008 і модель Міжнародного центра глобальних моделей Землі (ICGEM) EIGEN-6C4, які містять повний набір гармонічних коефіцієнтів геопотенціалу до 2190-й степені.

Оскільки нормальні висоти віднесені до поверхні квазігеоїда, а гравіметричні моделі Землі містять інформацію про геоїд, то перетворення геодезичних висот у нормальні з використанням цих моделей міститиме похибку, яка дорівнюватиме відхиленню геоїда від квазігеоїда у даній точці. Отже, використовуючи модель, можна отримати ортометричні висоти, а не нормальні.

Для територій, забезпечених детальними і якісними гравіметричними даними, точність обчислення висот геоїда, оцінена в порівнянні з висотами геоїда, отриманими на контрольних точках з ГНСС і геометричного нівелювання, становить, за даними розробників, від 7,1 см (континентальна частина території США, 4 200 контрольних точок) до 23 см в цілому по території земної кулі (12 300 контрольних точок). Наприклад, для території Білорусі точність геоїда EGM2008 оцінюється на рівні 5 см [7].

У роботі [7] виконано порівняння аномалій висот, отриманих за допомогою гравітаційних моделей EGM2008 і EIGEN-6C4 та за допомогою поєднання ГНСС-вимірювань двохчастотним приймачем і геометричного нівелювання. Дослідження було виконане по різницях аномалій висот, обчислених для 10-ти геодезичних пунктів полігону Полоцького державного університету (Республіка Білорусь). З результатів ГНСС-вимірювань аномалії висот отримувались шляхом порівняння різниць між геодезичними висотами реперів з перевищеннями між цими ж реперами, знайденими з геометричного нівелювання III класу. Зроблено висновок, що можна модельні дані добре збігаються з результатами інструментальних даних. Оцінка точності одержання нормальних висот за допомогою моделей геоїда EGM-2008, EIGEN-6C4 показує, що застосування даних моделей висот геоїда на окремій території для визначення нормальних висот є можливим лише при створенні знімального обґрунтування для виконання знімальних висот з висотою перерізу рельєфу не менше 1 м.

Дослідження, проведені на території Новосибірської області (Російська Федерація), показали, що застосування глобальної моделі геоїда EGM2008 після виключення систематичного зсуву по висоті принципово дозволяє отримувати нормальні висоти з точністю геометричного нівелювання III-IV класу [2].

У роботі [3] з метою визначення точності висот квазігеоїда для території України були використані наступні моделі геоїда (квазігеоїда) та гравітаційного поля Землі: EGM 96, EIGEN-CG01C, EGG97 і EGM 08 та виконані порівняння їх з аналогічними висотами квазігеоїда, отриманими з GPS-нівелювання для території України. Результати виконаних досліджень показали, що глобальна геоїдальна модель EGM 08 є найкращою з

розглянутих моделей геопотенціалу для території України. Точність висот квазігеоїда характеризується як ± 10 см.

Таким чином, результати ГНСС-вимірювань та моделі геоїда (квазігеоїда) надають можливість з достатньою точністю визначати нормальні висоти.

Висновки. Використання результатів ГНСС-вимірювань у поєднанні з результатами геометричного нівелювання та глобальними моделями геопотенціалу дозволяє отримувати нормальні висоти з точністю геометричного нівелювання III-IV класу. Найкращою з моделей геопотенціалу для території України є глобальна модель EGM 08.

Список літератури

1. Бойко Е.Г. Исследование методов определения нормальных высот в геодезических сетях с использованием спутниковой системы GPS / Е.Г. Бойко // Известия высших учебных заведений. Раздел геодезия и аэрофотосъемка. – 1997. – № 1. – С. 3-12.
2. Гиенко Е.Г. Исследование точности получения нормальных высот и уклонений отвесной линии на территории Новосибирской области с помощью глобальной модели геоида EGM2008 / Е.Г. Гиенко, А.П. Решетов, А.А. Струков // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2011. – том 1, № 2. – С. 186-191.
3. Двуліт П.Д. Порівняльна характеристика визначення висот квазігеоїда теорії України / П.Д. Двуліт // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2009. – Вип. 72. – С. 27-34.
4. Двуліт П.Д. Фізична геодезія : [підручник] / П. Д. Двуліт. – Київ : Експрес, 2008. – 256 с.
5. Демьянов Г.В. Концепция современного развития системы нормальных высот / Г.В. Демьянов // Известия высших учебных заведений. Раздел геодезия и аэрофотосъемка. – 2003. – № 3. – С. 3-20.
6. Елагин А.В. Вычисление высот квазигеоида по коэффициентам глобальной модели гравитационного поля Земли EGM2008 / А.В. Елагин // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2010. Т.1, №1. – С. 151-153.
7. Маркович К.И. Анализ получения нормальных высот точек земной поверхности с использованием данных спутниковых измерений и моделей геоида / К.И. Маркович; М.В. Макарова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. Геодезия и геоэкология. – 2016. – № 8. – С. 139-142.
8. Марченко О. М. Референцні системи в геодезії. Навчальний посібник / О. М. Марченко, К. Р. Третяк, Н. П. Ярема. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 216 с.
9. Hofmann-Wellenhof B., Moritz H. Physical Geodesy / B. Hofmann-Wellenhof, H. Moritz – Springer, Wien NewYork, 2005. – 403 p.

В.Ю. Беленок, к.ф.-м.н. Н.В. Руль,
(Національний Авіаційний Університет, Україна)

Параметри та переваги цифрової камери скануючого типу «3-DAS-1»

Описано та визначено основні переваги камери «3-DAS-1» для аерознімання з одночасним створенням зображення місцевості трьома каналами. Також виконано порівняння аерознімання цифровою камерою 3-DAS-1 та космічної зйомки.

Дистанційні аерокосмічні дослідження.

На сьогодні використання цифрових фотограмметричних камер сканувального типу сімейства DAS є невід’ємною частиною виконання аерофотознімання. Їх розробку у 2002 р. розпочало ДНВП «Геосистема» (Україна) спільно з фірмою «Wehrli and Associates» (США), а вже серійне виробництво підприємство розпочало в 2005 році (ціна камери складала \$ 250 000). Платформа з камерою була випробувана на АН-2, АН-30, Cessna, Turbo Commander, Porter Pilatus. Дана цифрова камера використовується не тільки в Україні, а й в Сполучених Штатах Америки, Мексиці.

Однією з головних переваг цифрової камери типу «3-DAS-1» є ведення знімання цілими маршрутами з використанням трьох об’єктивів, які знімають одночасно. Нахил об’єктивів встановлюється таким чином, щоб проводити знімання під літальним апаратом, в напрямку за рухом носія і в зворотному напрямку. Саме це забезпечує повне перекриття між відзнятими зображеннями місцевості, а самі знімки охоплюють весь маршрут відразу. Технічні характеристики цифрової камери скануючого типу 3-DAS-1 наведено у табл. 1.

Табл. 1

Технічні характеристики цифрової камери (за матеріалами Earth Imaging Journal)

Виробник	ДНВП «Геосистема»
Розмір зображення, піксель	8000 x будь-яке
Ширина полоси захоплення при розрізненні на місцевості 0,2 м, м	1600
Розмір ПЗС – матриці, піксель/ кількість датчиків/ тип зображення	8000 x RGB/3/ мультиспектральний
Розмір пікселя, мкм	9
Радіометрична розрізненість, біт	14
Мінімальний інтервал знімання, с	750 строк /с
Кутове поле зору, °	36
Необхідність наявності GPS/IMU	Обов’язково

Тактико - технічні характеристики цифрового літакового сканеру 3-DAS-1 представлені у табл. 2 [1].

Табл. 2

Тактико-технічні характеристики цифрового літакового сканеру 3-DAS-1

Найменування параметру	3-DAS-1
Діапазон висот знімання, м	550 – 5500
Діапазони швидкостей носія, км/год	110 – 400
Кут поля зору поперек смуги захоплення, град	36
Розрізнявальна здатність на місцевості, м	0,045 – 0,45
Смуга захоплення на місцевості, м	360 – 3600
Маса польотного комплексу, кг	59

Скануючі камери забезпечують повнокольорове (True RGB) розрізнення. В 3-DAS-1 це реалізується за допомогою лінійного датчика, що фізично складається з трьох рядів чутливих елементів з нанесеними світлофільтрами основних кольорів. Використання кольорових ПЗС – матриць спрощує систему і дозволяє отримати кольоре зображення для трьох каналів. Але саме це і забезпечує один з недоліків камери, тому що RGB – канали датчика фізично рознесені на певну відстань, отже одна і та ж точка місцевості сканується не строго одночасно. І саме на зміщення кольорів впливає кінцева точність елементів орієнтування.

Основними перевагами використання 3-DAS-1 є неперервне безшовне зображення всього маршруту з потрібним перекриттям, можливість вибору стереопар із зображень з різними кутами конвергенції (16 ° / 26 ° / 42 °). Три кольорових сенсора Kodak і високоякісна оптика забезпечують прекрасні 42-бітові кольорові зображення у всіх каналах.

Програмне забезпечення цифрової камери скануючого типу 3-DAS-1 забезпечує планування польотів, прокладання маршрутів, а також навігацію та контроль траєкторії при виконанні польоту. Також, однією з переваг є те, що в польоті можна проглядати зняте зображення місцевості і налаштовувати параметри знімання. Програмне забезпечення цифрової камери автоматично і напівавтоматично створює цифрову модель місцевості для ортофотопланів.

Аерофотознімання цифровою камерою скануючого типу 3-DAS-1 дає значну розрізненість на місцевості і дозволяє виконувати вимірювання з більш високою точністю (до 10 см). Якщо порівнювати результати знімання 3-DAS-1 та космічної зйомки, то видно переваги першої (рис. 1).



Рис. 1

Фрагмент аерознімання 3-DAS-1 з
розрізненістю 0,23 м

Фрагмент космічної зйомки з
розрізненістю 0,6 м

Отже, використання цифрової камери скануючого типу «3-DAS-1» має низку переваг та незначні недоліки. Внаслідок її використання виготовлення ортофотопланів також значно спрощується, оскільки для формування мозаїки ортофотоплану досить провести лінії порізів лише для одного-двох десятків безперервних маршрутів, а не для сотень окремих знімків.

Список літератури

1. Олейник С.В. Цифровые камеры для аэрофотосъемки / С.В. Олейник, В.Б. Гайда // Геопрофи. – 2006. – № 4. – С. 45-51.
2. Тетеря А. М. Практичний досвід використання цифрової камери 3-DAS-1 / А. М. Тетеря // Вісник геодезії та картографії. - 2011. - № 6. - С. 29-32.

*Л.В. Гебрин-Байди, асистент, К.В. Ільченко,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Фотограмметрична обробка даних дистанційного зондування Землі

Визначено основні аспекти фотограмметричної обробки даних дистанційного зондування Землі, розглянуто основні методи опрацювання даних і визначено головні їх джерела, а також першочергові цілі використання отриманих результатів.

В наш час дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу широко застосовуються для вирішення різних прикладних задач, кожна з яких висуває свої специфічні вимоги до характеристик знімків і самих знімальних систем - наприклад, оглядовість (метеорологія), частота і регулярність зйомки (моніторинг), висока просторова і радіометрична розрізненість (розвідка). Тому є актуальним розглянути особливості використання космічних знімків для створення топографічних карт.

Для отримання за космічними знімками картографічних вихідних продуктів великих масштабів, метрична точність яких задовольняє вимогам відповідних інструкцій, недостатньо виконання процедури "географічної прив'язки знімків", під якою зазвичай мають на увазі розпізнавання деякого числа точок з відомими плановими координатами, які використовуються для афінного трансформування растра. Щоб побудувати високоточні ортофотоплани, а також матриці висот і похідні від них продукти, необхідно провести фотограмметричну обробку знімків.

Більшість сучасних оптико-електронних космічних систем дистанційного зондування середньої і високої розрізненості (SPOT, IRS, IKONOS, QuickBird, Terra / ASTER, EROS і ін.) формують зображення рядково; при цьому кожен рядок знімка має власні елементи зовнішнього орієнтування, а геометричні співвідношення між становищем точок на місцевості і їх зображеннями на знімку не підпадають під дію законів центральної проекції. Це вимагає застосування спеціальних методів фотограмметричної обробки таких знімків.

Найбільшу точність забезпечує строгий підхід до обробки знімків, основна ідея якого полягає у відновленні просторового положення сукупності променів, які сформували знімок, тобто елементів внутрішнього і зовнішнього орієнтування рядків знімка. Необхідною умовою для застосування цього методу є доступність елементів внутрішнього орієнтування сенсора, або його геометричної моделі, яка задає напрямок вектор променя, що реєструється кожним детектором сенсора, в системі координат, пов'язаної з сенсором. Наявність наближених значень елементів зовнішнього орієнтування (координат носія та кутів його орієнтації як функції часу або номера рядка) також бажані, але, в більшості випадків, не настільки необхідні (за винятком випадку, коли орієнтація сенсора значно змінюється під час формування зображення). Крім того, слід враховувати, що залежності між координатами на місцевості і на

зображенні порушуються при геометричній корекції знімків, тому для обробки в рамках цього підходу придатні лише зображення, що піддавалися тільки радіометричній корекції. Строгий метод обробки застосовується до знімків SPOT, EROS, QuickBird, ASTER.

Іноді геометрична модель сенсора і результати його калібрування можуть бути недоступні. Крім того, в деяких випадках знімки, що не піддавалися геометричній корекції, не поставляються зовсім, або поставляються лише цілими кадрами, в той час як для геометрично перетворених зображень можна замовити полігон потрібної форми і меншої площі. У цьому випадку в комплект поставки продукту ДЗЗ, крім самого зображення, можуть входити RPC (Rational Polynomial Coefficients або Rapid Positioning Capability), що представляють собою коефіцієнти поліномів раціональних функцій, що зв'язують координати точок місцевості з координатами їх зображень на растрі. Значення цих коефіцієнтів розраховуються постачальником даних строгим методом, з використанням геометричної моделі сенсора, бортових і телеметричних вимірювань елементів зовнішнього орієнтування, і, в деяких випадках, опорних точок. Оскільки RPC є апроксимацією суворої моделі, остання теоретично здатна забезпечити отримання вихідних продуктів більшої точності. Проте, практика показує, що зазвичай RPC забезпечують досягнення точності зрівнювання, адекватної вирішенню знімків.

При неможливості використання строгого методу і відсутності RPC, застосовуються універсальні методи, засновані на найзагальніших припущеннях про геометрію зйомки. Наприклад, припущення про рівномірність і прямолінійності руху носія і незмінності його орієнтації на ділянці формування знімка призводить до паралельно-перспективної моделі, якщо вважати, що геометрична модель сенсора може бути представлена двовимірною центральною проекцією. Застосовуються також модель DLT (Direct Linear Transformation) і її модифікації; афінна модель, яка б враховувала, що системи з високою роздільною здатністю мають вузьке поле зору; поліноміальні моделі. Показники точності вихідних продуктів, одержуваних методами цієї групи, в більшості випадків нижче, ніж при застосуванні строго підходу або RPC.

Метод вирівнювання визначає не тільки досяжну точність, але і вимоги до кількості опорних точок. Для зрівнювання строгим методом мінімальною є кількість точок зазвичай чотири-п'ять, хоча переважно використовують трохи більше. У разі RPC для досягнення необхідної точності буває досить єдиної опорної точки на знімку, хоча, звичайно, більш точні і надійні результати будуть отримані при використанні декількох точок (особливо для протяжних знімків). Що ж стосується універсальних методів, то, навіть якщо мінімально необхідна кількість опорних точок становить всього кілька штук, для отримання надійних результатів слід використовувати їх якомога більше, не менше десятка, так як всі параметри універсальної моделі обчислюються тільки по опорі.

Необхідно також оцінити можливості програмного забезпечення, яке передбачається використовувати для обробки даних. Через те, що продукти ДЗЗ поставляються в безлічі різних форматів і включають в себе істотно різні за складом і точністю набори метаданих, може статися так, що програми, які має замовник знімків, виявляться непридатними для виконання робіт.

Крім самих знімків, для проведення фотограмметричної обробки необхідні і інші вихідні дані: опорні точки і, при виробництві ортофотопланів, ЦМР.

Необхідна кількість опорних точок залежить від розміру зображення, застосовуваного методу орієнтування знімка (визначається складом і точністю даних про елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування сенсора), геометрії зйомки (кута відхилення напрямку огляду від надира), рельєфу місцевості. Один великий знімок краще кількох маленьких, в двох аспектах. По-перше, при формуванні ортозображення за кількома знімками (ортомозаїки) лінії стикування ("порізи") потрібно узгоджувати фотометрично, більш того, зйомка складових мозаїки знімків може проводитися під різними кутами, що не дозволяє об'єднати зображення на стиках через відмінності в перспективному відображенні місцевості. По-друге, при обробці декількох знімків буде потрібно більше опорних точок, крім того, на великому зображенні простіше вибрати хороші опорні точки, ніж на маленьких. Таким чином, при роботі з одним великим знімком зменшуються трудовитрати на одиницю площі картографуванню території.

При виборі ЦМР необхідно розрахувати, яку точність ортотрансформованія вона повинна забезпечувати. Похибка Δh ЦМР призводить до зміщення точки на величину $\Delta l = \Delta h * \operatorname{tg} \alpha$, де α - кут відхилення променя від надира. Найкращий варіант – це якщо викликана похибкою ЦМР помилка на ортофотопланах не перевищує одного пікселя. Питання ускладнюється тим, що якщо при замовленні зйомки з архіву заздалегідь відомий кут нахилу, то при замовленні нової зйомки відомі тільки максимально допустимі значення. Природно, орієнтуватися доводиться на них, часом закладаючи надлишкову точність ЦМР. У спеціалізованих супутників ДЗЗ кути відхилення обмежені значеннями 25-30°. У супутників об'єктового спостереження вони можуть доходити до 60°, а це підвищує вимоги до точності ЦМР в 2 рази. При виборі ЦМР для ортофотопланів масштабу необхідно враховувати специфічні вимоги, зокрема, бажано щоб модель описувала не тільки природні форми рельєфу, а й штучні споруди: насипи, мости, дамби. В іншому випадку може статися спотворення цих об'єктів.

Як джерела даних для ЦМР можуть застосовуватися топографічні карти, як правило, більш дрібних масштабів, стереозйомка, інтерферометричні пари радіолокаційних знімків.

Висновки. Ретельне вивчення особливостей знімків, отриманих різними сенсорами, правильність вибору програмного забезпечення, відповідність поставленим завданням вихідних матеріалів є запорукою успіху космічної зйомки, а потім і отримання на її основі необхідних кінцевих матеріалів (ЦМР, ортофотопланів, векторних карт).

Список літератури

1. Изображения Земли из космоса: примеры применения: научно-популярное издание. – М.: ООО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «СКАНЭКС», 2005. – 100 с.: ил.

2. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

3. Поздняков В.А., Худяков С.С. Методика обработки данных космической съемки на основе базы данных планово-высотного положения пунктов геофизических наблюдений // Геофизика (Технологии сейсморазведки), №3, 2009. – 312 с.

*Л.В. Гебрин-Байди, асистент, О.С. Углич,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Застосування малих космічних апаратів в дистанційному зондуванні Землі

Детально розглянуто використання малих космічних апаратів, що є ефективним засобом при дистанційному зондуванні Землі. Запропоновано комплексне програмно-методичне забезпечення для створення і оцінки ефективності систем ДЗЗ на базі МКА.

Космічні засоби дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) отримали в даний час широке застосування в усьому світі. Неухильно зростає різноманітність створюваних типів космічних апаратів (КА) ДЗЗ і загальна їх кількість. Отримана ними космічна інформація використовується для вирішення численних господарських і наукових завдань моніторингу природного середовища. На цій основі досягається відчутне підвищення ефективності виробничої діяльності в таких областях, як загальногеографічне і тематичне картографування, землевпорядкування та землекористування, контроль джерел забруднення навколишнього середовища і спостереження за екологічним станом в цілому, гідротехніка і меліорація, лісове господарство, планування і забезпечення пошуку корисних копалин, прокладка раціональних маршрутів і зниження аварійності морського та іншого транспорту, океанологія і рибне господарство тощо.

Останні роки характеризуються різким зростанням числа космічних програм ДЗЗ, а також істотною зміною їх технічного, організаційного, маркетингового характеру. Помітний розрив «надцентралізованих програм», пов'язаних із запуском важких космічних платформ і експлуатацією витратоємних прийомних і архівних центрів, від стрімкого зростання програм запуску малих космічних апаратів, а також розвиваючої розподіленої інфраструктури прийому, зберігання, поширення ДЗЗ. При цьому починають лідувати програми, що демонструють не тільки найбільшу технологічну, а й «політичну» (з точки зору цінової і маркетингової політики) гнучкість: межа відкритого і безкоштовного доступу зміщується в бік більш високої роздільної здатності, в централізованих програмах конкурентоспроможного перевагою стає політика вільного поширення і копіювання даних, в комерційних - відкритість інформаційних інтерфейсів і гнучкість ліцензійної політики.

При розробці засобів ДЗЗ необхідно враховувати, що якість вирішення соціально-економічних завдань залежить від інформативності даних, що формуються бортовою цільовою апаратурою, оперативності та точності передачі цих даних споживачу, а також ефективності способів їх подальшого аналізу. Параметри технічних засобів на початок їх практичного використання повинні задовольняти вимоги споживачів і відповідати технічному рівню, що не поступатиметься рівню кращих зарубіжних аналогів.

Одним з варіантів створення сучасної ДЗЗ є застосування малих космічних апаратів (МКА) в її орбітальному сегменті, що дозволяє обслужити велику кількість споживачів зі своїми вимогами щодо одержуваної інформації.

Тому розробка принципів і методів створення космічних систем ДЗЗ на базі МКА є актуальною науково-технічною задачею, що має прикладне значення.

У наш час космонавтика розвивається дуже інтенсивно. Важливою перевагою, якою володіють сучасні штучні супутники Землі, є оперативність надходження інформації на станції прийому та обробки інформації. Але вартість великих космічних апаратів велика, тому в усьому світі активно створюються МКА з можливостями, які співставляються з потенціалом великих супутників.

У міру вдосконалення космічних технологій, маси і розміри службових і цільових систем космічних апаратів стають все менше, вони споживають все менше енергії. У багатьох випадках ті завдання, які вирішувалися і ще вирішуються багатотонними супутниками, можуть виконувати супутники, які легше їх в десятки разів. До зниження маси окремого МКА веде і побудова систем з супутників, що працюють на невисоких орбітах, в складі яких можуть бути десятки апаратів. В цілому такі системи часто виявляються більш ефективними технічно і економічно в порівнянні з тими, де застосовуються важкі супутники на високих орбітах.

МКА володіють багатьма перевагами перед великими супутниками. Так, вони відносно недорогі, легко модифікуються для вирішення певної задачі, створюють менше радіоперешкод. Їх застосування сприяє зменшенню ризиків, пов'язаних із запуском на орбіту і роботою в космосі, знижуючи фінансові втрати в разі відмови або втрати такого супутника. Дійсно, низькоорбітальні системи мають в своєму складі багато супутників, тому вихід з ладу одного або декількох МКА не приводить до втрати працездатності системи.

Важливо те, що МКА забезпечують значне збільшення оперативності отримання споживачем даних спостереження за рахунок створення необхідного за чисельністю угруповання малих апаратів. Великі поодинокі супутники дистанційного зондування середнього і високого дозволу не можуть бути джерелами оперативної інформації по заданій області, оскільки мають великий період повторення зйомки.

За допомогою космічних засобів можуть бути охоплені явища різних просторово часових масштабів - від планетарних до масштабів регіонів і окремих об'єктів; від тривалого, протягом усього терміну служби супутника, до разового спостереження в часі. У цьому істотна перевага космічних засобів в порівнянні з традиційними - наземними. В основу розробки МКА була покладена наступна концепція:

- створюються малі КА, виведення на орбіту яких є відносно дешевим;
- основою всіх типів КА є уніфікована малогабаритна космічна платформа, що забезпечує точну тривісну орієнтацію, програмні повороти КА, достатнє електроживлення і сучасне автоматичне керування корисним навантаженням і службовими функціями;
- вся бортова службова та інформаційно-вимірювальна апаратура створюється в негерметичному виконанні;

- забезпечення надійності КА і тривалої автономної працездатності здійснюється як методами ретельного наземного відпрацювання, так і вибором оптимальної структури і характеристик бортових засобів управління;

- здійснюється максимально можливе суміщення радіоканалів для основної та службової інформації; при цьому пункти управління космічними апаратами поєднуються з пунктами (центрами) прийому і обробки основної інформації;

- при розробці КА, їх службових систем і корисних навантажень в повній мірі повинні використовуватися передові технічні та технологічні рішення, імпорتنі та вітчизняні комплектуючі елементи, що дозволяють створювати мініатюрні масогабаритні бортові пристрої;

- наземні технічні засоби, що служать для прийому і обробки корисної інформації від малих КА, повинні з максимальною наступністю використовувати малі, в тому числі мобільні, станції і бути обладнані сучасними обчислювальними засобами, що дозволяють оперативно виконувати первинну, а в великих центрах також тематичну обробку супутникової інформації.

Розроблене комплексне програмно-методичне забезпечення для створення і оцінки ефективності систем ДЗЗ на базі МКА, що включає:

- методика розрахунку вартості створення МКА ДЗЗ;
- методика розрахунку витрат на виготовлення МКА ДЗЗ;
- методика оцінки ефективності функціонування системи ДЗЗ за різними показниками: оперативності спостереження, періодичності спостереження, часу спостереження заданої території, мінімально необхідного часу для повного покриття спостережуваної території.

Таким чином, космічні засоби отримання інформації стають одним з найважливіших інструментів вивчення процесів, що протікають на поверхні Землі і в навколоземному просторі.

Висновки. Розвиток та застосування малих космічних апаратів має важливе значення у використанні дистанційного зондування Землі. Необхідно розвивати цей напрямок, що дасть змогу в майбутньому вирішити важливі проблеми, які постали перед людством. Адже застосування ДЗЗ має важливе значення в розвитку науки.

Список літератури:

Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М: Издательство А и Б, 1997. – 296 с.

Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи: Підручник / Передм. Д.О. Мельничука. – К.: Вища шк., 2009. – 511 с.

В. Ю. Беленок, к.ф.-м.н., М. В. Комар,
(Національний Авіаційний Університет, Україна)

Застосування радіолокаційного знімання в екологічному моніторингу

Описано та визначено основні характеристики використання радіолокаційного знімання як одного з методів дистанційного зондування Землі. Також виконано аналіз необхідності його застосування в екологічному моніторингу.

Радіолокаційне знімання.

XXI століття – це не тільки період активного наукового прогресу, але й період взаємопроникності та взаємодії віддалених, на перший погляд, галузей діяльності людини для вирішення проблем різного характеру. На сьогодні особливо гостро постає питання екології навколишнього середовища. Через значний антропогенний вплив, екологічний моніторинг є необхідною умовою для підтримання безпечної життєдіяльності. Тому людство дедалі частіше використовує методи дистанційного зондування Землі для оцінки та аналізу екологічної ситуації території, одним з яких є радіолокаційне знімання.

Радіолокація – це виявлення об'єктів (цілей) і визначення їх просторових координат та параметрів руху за допомогою радіотехнічних засобів і методів. Цей процес називається радіолокаційним спостереженням, а пристрої такого призначення – радіолокаційними станціями (РЛС) або радіолокаторами.

Радіолокаційне знімання є одним з методів, що базується на вловлюванні ЕМХ мікрохвильового діапазону, відбитих від наземних об'єктів, попередньо генерованих радіолокатором. Радіолокаційні системи належать до активних систем і розповсюджені для розв'язання різних топографічних задач земної поверхні, вкритої льодовим та сніговим покривом, та у сфері дослідження екологічного моніторингу навколишнього середовища.

Радіолокаційні системи є сканувальними приладами, в яких сканування відбувається по одну сторону від носія перпендикулярно до лінії польоту. Необхідною умовою є встановлення двох антен, для знімання двох смуг відносно траєкторії польоту (рис. 1).

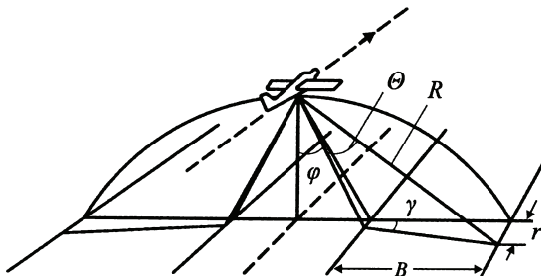


Рис. 1 Схема знімання поверхні радіолокаційною системою

Суто вертикального напрямку на практиці не використовують, оскільки відбувається накладання хвиль, тому кути сканування знаходяться в межах від 15° - 20° до 75° - 80° .

Характер знімання обумовлюється станом земної поверхні і довжиною радіохвиль. Розсіювання енергії практично не відбувається у тих випадках, коли поверхня об'єкту для радіохвиль є гладкою. Тому водні об'єкти, зображуються на РЛ-знімках найтемнішими тонами. Значні нерівності відображуються сірими тонами різної щільності. Наявність рослинності збільшує поглинання радіохвиль, тому вона зображується світлими тонами. Також світлими плямами на РЛ-знімках показуються міста, великі промислові центри.

Радіолокаційне знімання, яке почало застосовуватись ще з 1970-х років, суттєво відрізняється від аерофотографічного та сканерного знімання як технікою зйомки, так і геометричними та інформаційними особливостями отримуваних зображень (рис. 2).

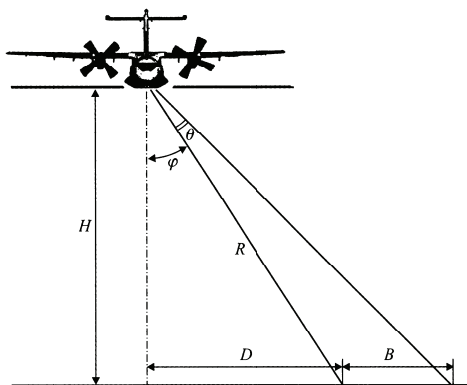


Рис.2 Геометрія формування зображення в радіолокаційних системах

Завдяки виключній оперативності методу радіолокаційного знімання і високій якості РЛ-зображень, воно отримало широке застосування при оперативній льодовій розвідці на арктичних морських шляхах.

Станції радіолокацій кругового (РЛС КО) і бічного оглядів (РЛС БО) можуть вирішувати найрізноманітніші завдання. Так, РЛС БО, що працює на сантиметрових хвилях, успішно використовується для картографування місцевості, визначення вологості ґрунтів, меж танення снігів, визначення фаз вегетації рослинності, складання карт сільськогосподарського користування і тому подібне. Це дало неабиякий поштовх для якісного аналізу різноманітних екологічних ситуацій та розвитку екологічного моніторингу зокрема.

Ще у минулому столітті набуло поширення усвідомлення необхідності збереження навколишнього середовища, і було визначено поняття «моніторинг довкілля». Сьогодні термін екологічний моніторинг розуміють як інформаційну систему спостережень, оцінки і прогнозу змін у стані навколишнього

середовища, створену з метою виділення антропогенних складових цих змін на фоні природних процесів.

Будь-яка зміна екологічного характеру може призвести в майбутньому до жакливих наслідків. Беручи до уваги Україну, можна сказати, що попри гарне фізико-географічне положення, кліматичні умови, велику кількість природних ресурсів та корисних копалин стан її довкілля різко погіршується з кожним роком. Забруднення території, вирубка лісів, ерозійні процеси ґрунтового покриву – це все лише мізерна частина явних проблем сьогодення. Тому вирішення цих питань постає одним з першочергових завдань для держави.

За рахунок наукового прогресу та активного проникнення інноваційних технологій, процес спостережень, досліджень та аналізу отриманої інформації значно спростився. Зменшилась кількість часу, необхідного для обробки даних та у свою чергу, зросла якість і достовірність інформації. Застосування РЛ-знімків в екологічному моніторингу дозволяє точно ідентифікувати наявні відхилення у тому чи іншому об'єкті земної поверхні та виключати похибки при знаходженні варіантів усунення цих відхилень.

Результати проведених досліджень щодо застосування радіолокаційного знімання показали, що радіотехнічні засоби, встановлені на літаках, супутниках і орбітальних станціях, можуть дати багато цінної інформації, а вдосконалення радіотехнічної апаратури і методики інтерпретації зображень розширить можливості використання цього методу для різних географічних досліджень, особливо для екологічного моніторингу.

Висновок. Підсумовуючи можна сказати, що радіолокаційна зйомка є важливою складовою не тільки для отримання достовірних даних, але й для реалізації якісного вирішення гострих екологічних проблем.

Список літератури

1. Муха Б.П., Байрак Г.Р. Дистанційні дослідження Землі: Навч. підручник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 600 с.
2. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.

*Л.В. Гебрин-Байди, асистент, А.С. Лугова,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Елементи орієнтування знімка. Визначення елементів зовнішнього орієнтування знімка по опорних точках

*Проведено аналіз використання елементів орієнтування знімка.
Обґрунтовано визначення елементів зовнішнього орієнтування.*

Елементи орієнтування знімка - це величини, що визначають його положення в момент фотографування щодо обраної просторової прямокутної системи координат.

Розрізняють елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування знімка.

Елементи внутрішнього орієнтування визначають положення центра проекції S щодо знімка. Ними є координати головної точки (x_0, y_0) в системі координат знімка і фокусна відстань f об'єктива аерофотоапарата (рис. 1).

Ці елементи майже завжди відомі з високою точністю і записані в паспорті аерофотоапарата.

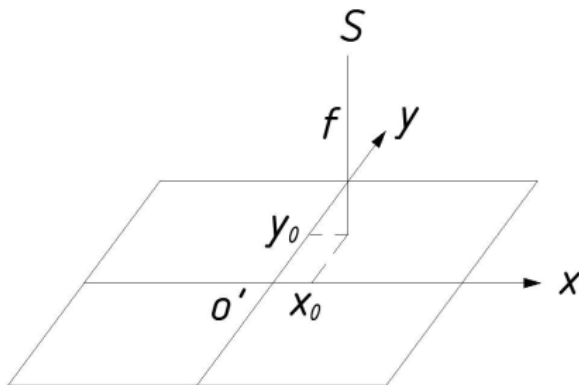


Рис. 1 Елементи внутрішнього орієнтування знімка

Елементи внутрішнього орієнтування формують зв'язку проєктують променів. Її положення в просторі визначають елементи зовнішнього S орієнтування знімка. Їх шість. Це три лінійні елементи - геодезичні координати центру проєкції S (XS, YS, ZS) і три кутових елементи (рис. 2):

α - поздовжній кут нахилу знімка (кут між віссю Z і проєкцією головного променя на площину XZ);

ω - поперечний кут нахилу знімка (кут між головним променем і проекцією головного променя на площину XZ);

k - кут повороту знімка (кут на знімку між віссю y і слідом перетину площини знімка з площиною, побудованої на головному промені та осі Y).

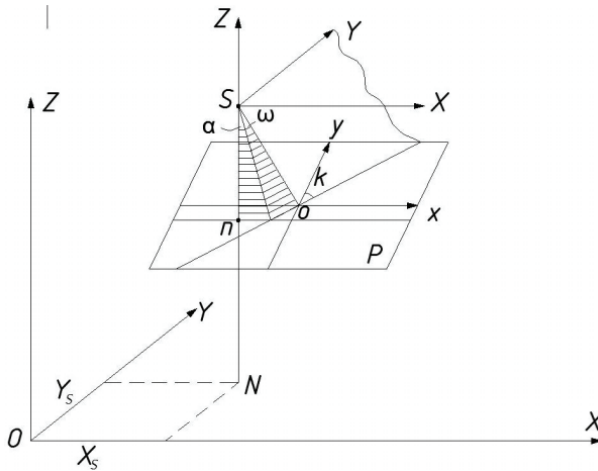


Рис. 2 Елементи зовнішнього орієнтування знімка.

Процес визначення елементів зовнішнього орієнтування знімка по опорних точках називають оберненою фотограмметричною засічкою.

Опорна точка - це точка місцевості, визначена на знімку, координати якої відомі на місцевості. На рис. 3 опорні точки позначені трикутниками.

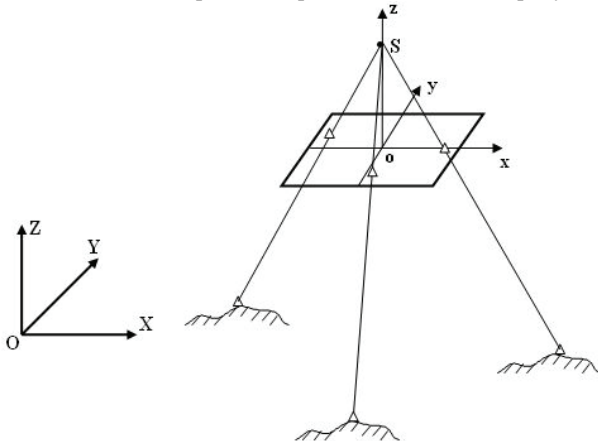


Рис. 3 Визначення елементів зовнішнього орієнтування знімка по опорних точках

Для визначення елементів зовнішнього орієнтування знімка використовуються рівняння колінеарності, представлені у вигляді:

$$\begin{cases} x_0 - f \frac{x^*}{z^*} - x = 0 \\ y_0 - f \frac{y^*}{z^*} - y = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Де :

$$\begin{pmatrix} X^* \\ Y^* \\ Z^* \end{pmatrix} = A^T \begin{pmatrix} X - X_S \\ Y - Y_S \\ Z - Z_S \end{pmatrix}$$

Якщо на знімку виміряні координати зображень опорних точок, то кожна опорна точка дозволяє скласти 2 рівняння колінеарності, в яких відомі значення координат x, y, z зображення опорної точки в системі координат знімка $Sxyz$, координати опорної точки в системі координат об'єкту $OXYZ$ і елементи внутрішнього орієнтування знімка f, x_0, y_0, f, x_0, y_0 .

Невідомими величинами в рівняннях колінеарності є 6 елементів зовнішнього орієнтування знімка $X_S, Y_S, Z_S, \omega, \alpha, \kappa$.

Отже, для визначення 6 невідомих елементів зовнішнього орієнтування знімка досить мати не менше 3 опорних точок. При цьому опорні точки на місцевості не повинні розташовуватися на одній прямій. Якщо є 3 опорні точки, координати зображень яких на знімку виміряні, можна скласти систему з 6 рівнянь колінеарності з 6 невідомими.

Висновки. Для всіх знімків, отриманих даними аерофотоапарата, елементи орієнтування можна вважати постійними відомими величинами. Однак елементи зовнішнього орієнтування у кожного знімка свої та, як правило, невідомі. Значення елементів зовнішнього орієнтування знімка можливо знайти в результаті рішення системи рівнянь.

Список літератури

1. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. «Фотограмметрия».- М.: Колосс, 2002 р.
2. Михайлова А. П., Чибуничева А. Г. «Курс лекцій по фотограмметрії», МИИГАиК, Москва, 2011 р.
3. Бруевич П.Н. «Фотограмметрия».-М.: Недра, 1990 р.

Вплив виду і концентрації детергенту на об'ємні властивості мастил

Розглянуто вплив компонентів авіаційних відпрацьованих моторних олих на властивості мильних мастил. Вивчено вплив ПАР на процес структуроутворення кальцієвих і літєвих мил та об'ємні властивості мастил.

Вступ

В складі відпрацьованих авіаційних моторних олих містяться детергентно-диспергуючі присадки різного ступеня спрацьованості, вивчається вплив виду і концентрації присадок на об'ємні властивості мильних мастил.

Аналіз досліджень та публікацій

При експлуатації авіаційної техніки відбувається підвищення теплового навантаження двигунів і їх паливних систем, використання палива як робочого тіла для охолодження масла, радіолокаційної та іншої апаратури, тому особливо актуальним є питання контролю термоокиснювальної стабільності олих, під якою розуміють стійкість вуглеводнів до окиснення киснем повітря та мінімальну схильність смолоутворення.

Окисненню піддаються вуглеводні всіх класів, але з різною швидкістю та напрямом реакцій, а отже, і складом продуктів окиснення, що має велике значення для експлуатаційних властивостей і надійності авіаційної техніки.

Перевірка якості авіаційно оливи за показником термоокиснювальної стабільності сприяє не лише забезпеченню надійної експлуатації двигунів і літаків, але і подальшому прогресу в області створення і одержання нових мастил на основі відпрацьованих моторних олих, що є економічно і екологічно вигідним.

Відпрацьовані моторні оливи являють собою складні багатокомпонентні системи, які утворюються в процесі експлуатації в двигуні.

Як відомо в авіаційних моторних оливах при роботі двигуна, накопичується складна суміш продуктів окиснення, які є сильними поверхнево активними речовинами, а значить і як детергенти можуть надавати суттєвий вплив на процес формування структури пластичних мастил. У зв'язку з цим було досліджено вплив продуктів окиснення на об'ємні властивості мастил. До числа найбільш типових кислих продуктів, що утворюються в масляній системі і нейтралізуються детергентами, відносяться слабкі органічні кислоти.

Загущувач (дисперсна фаза), незважаючи на відносно низьку концентрацію (5 %) в мильних мастилах, визначає їх основні експлуатаційні характеристики. Гідратовані кальцієві мастила (солідоли) є найбільш масовим видом мастил в Україні (понад 40 %), до яких не висувають жорстких вимог. Мастила на літєвих милах посідають друге місце по об'єму виробництва.

Постановка завдання

На першому етапі роботи було виготовлено по 4 зразка літєвих і гідратованих кальцієвих мастил на базовій оливі. Головне завдання даного дослідження полягало на вивчення впливу ПАР на процес структуроутворення кальцієвих і літєвих мил на об'ємні властивості готових мастил.

Зазначено, що літєві мастила більш стійкі до зміни складу дисперсного середовища не залежно від виду загущувача (табл.1).

Таблиця 1

Характеристика мильних мастил приготовлених на свіжих і оброблених моторних оливах

Тип мильного мастила	Дисперсне середовище	Лужне середовище, мг КОН/г	Межа міцності зсуву при 20°C	Колоїдна стабільність, %	Температура падіння капель	D, мм при 196 Н	Критична загрузка, Н
Гідратована кальцева	Товарне М-10Г ₂ Ж	6,5	60	10,3	91	0,90	490
	ОММ №2	1,7	210	13,6	92	0,88	617
	ООМ №3	1,9	320	6,4	92	0,82	617
	I – 40А	0	410	5,9	99	0,60	588
Літєва (12 – НОSt)	Товарне М-10Г ₂ Ж	6,5	0	45,6	60	0,92	465
	ОММ №2	1,7	60	14,1	130	0,94	588
	ООМ №3	1,9	75	18,2	152	0,98	588
	I – 40А	0	360	4,9	194	0,90	617
Літєва (HSt)	Товарне М-10Г ₂ Ж	6,5	0	24	85	0,94	465
	ОММ №2	1,7	460	10	180	0,90	549
	ООМ №3	1,9	580	4,2	185	0,90	696
	I – 40А	0	840	6,5	197	0,65	657

При цьому як показали порівняльні дані з табл.1, незалежно від типу загущувача найгіршими, як по об'ємним, так і по трибологічним властивостям виявилися мастила, виготовлені на товарній моторній оливі. І навпаки, найкращими характеристиками володіли зразки на очищеній відпрацьованій оливі (базовій). Також подальші дослідження були присвячені оцінці дії основних видів детергентно-диспергуючих присадок залежно від їх концентрації і впливу одна на одну, а також на структуру мильних мастил та їх експлуатаційні властивості.

Вирішення завдання

Для вирішення завдання в якості загущувача був обраний стеарат літію LiSt, що в ході подальшого дослідження виявило максимальне зменшення міцності структури у випадку використання очищеної відпрацьованої оливи для літєвих мастил. Межа міцності менше 100 Па і температура падіння капель нижче 160 С, свідчить про те, що структура мастила не сформувалася. Ймовірно, кількість ПАР в відпрацьованій моторній оливі перевищує необхідний оптимум, після якого відбувається зниження здатності загусання LioSt і зменшення міцності структури отриманих мастил. Очевидно, кальцієві мила менш сприйнятливі до зміни складу дисперсійного середовища.

Висновки

Отримані результати дозволили припустити, що найбільш негативну дію як на процес структуроутворення мастил в ході їх приготування, так і на їх трибологічні властивості надають присадки, які містяться в товарних маслах і, впершу чергу, поверхневоактивні, тобто детергентно-диспергуючі і антиокиснювальні, які складають основу пакетів присадок до моторних олів.

По мірі роботи оливи в двигуні ці присадки спрацьовуються, сприяючи накопиченню кислих продуктів, про що свідчить зниження лужного та зростання кислотного чисел, що є основними критеріями, які визначають ступінь спрацьованості присадок і терміни заміни моторних олів. Таким чином можна зробити висновки, що кислі продукти нейтралізуючи дію детергентів, сприяють поліпшенню якості мастил на основі очищеної відпрацьованої оливи.

Список літератури

1. *Большаков Г.Ф.* Восстановление и контроль качества нефтепродуктов / Г.Ф. Большаков. – Л.: „Недра”, 1974. – 320 с.
2. *Чайка О.Г.* Апроксимаційні залежності процесу регенерації відпрацьованої моторної оливи / О.Г. Чайка, І.М. Петрушка, Ю.О. Малик, Ю.А. Чайка / Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2012. – № 726. – С. 265–269.
3. *Евдокимов А.Ю.* Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. – М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 424 с.
4. *Овчаренко Ф.Д.* Коллоидно-химические основы очистки нефтепродуктов / Ф.Д. Овчаренко. – В кн.: Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем. – Киев: Наук.думка, 1983, вып. 15, С. 38-46.

Л.М. Білий, ст.н.с.
Я.І. Зінь, інж. 1 кат.
О.П. Хлопик, пров.інж.
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
НАН України, Україна)

Дослідження впливу розмірів катодних включень на корозію алюмінієвого сплаву із застосуванням модельних зразків

Розроблені нові модельні зразки, які дозволяють ефективно досліджувати зміну експлуатаційних характеристик при корозії алюмінієвих сплавів. На модельних системах досліджено вплив катодних включень на корозію алюмінієвого сплаву. Встановлено, що зменшення розмірів катодних включень призводить до збільшення площі електрохімічної активності та поширення загальної корозії внаслідок зростання співвідношення площ анодних і катодних ділянок. При цьому локальна корозія зменшується.

Корозійні дослідження Бетенкурта з колегами [1] зразків деформованого алюмінієвого сплаву AA5083 в 3,5%-му розчині натрію хлориду виявили, що зародження пітингів починалося на поверхні металу поблизу інтерметалічних включень, зокрема $Al_6(MnFe)$. При цьому зразки з більшим вмістом $Al_6(MnFe)$ мали вищу густину пітингів на поверхні. Наші електронно-мікроскопічні дослідження поверхні сплаву Д16Т після десятиденного витримування в 0,1%-му розчині натрію хлориду виявили (рис. 1), що довкола інтерметалічних включень з'являються корозійні пошкодження у вигляді мікрорівчиків. Відстань від центрів включень до цих локальних кругоподібних анодних ділянок, зазвичай, не перевищує 2...3 мкм. Схематично, в першому наближенні, процес локальної корозії алюмінієвого сплаву можна представити схемою Свеннінгсена [2] (рис. 2). Ключову роль у локалізації корозійного руйнування алюмінієвих та інших легких сплавів відіграє їх електрохімічна гетерогенність, зумовлена суттєвою різницею потенціалів вільної корозії алюмінієвої матриці та інтерметалічних включень. При цьому інтерметаліди є, переважно, катодами по відношенню до алюмінію. Така електрохімічна гетерогенність може бути причиною утворення корозійних виразок на конструкціях з алюмінієвого сплаву в умовах експлуатації.

Механізм локальної корозії алюмінію та його сплавів значною мірою визначається амфотерними властивостями оксидної плівки. За звичайних умов, коли рН середовища знаходиться в межах 4,5...6,5, ця плівка стабільна й корозія алюмінію мінімальна У середовищах з рН менше, ніж 4,5 та більше 6,5 загальна корозія алюмінію пришвидшується. Водночас за нейтральних значень рН розчину існує загроза розвитку локальної корозії алюмінієвого сплаву за схемою (рис.2), описаною у роботі Свеннінгсена [2]. Водночас для будь-якого алюмінієвого сплаву з катодними включеннями є актуальною не тільки

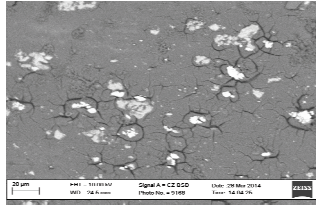


Рис.1. Електронно-мікроскопічне зображення поверхні алюмінієвого сплаву Д16Т у відбитих електронах після 10 діб витримування в 0,1%-му розчині натрію хлориду.

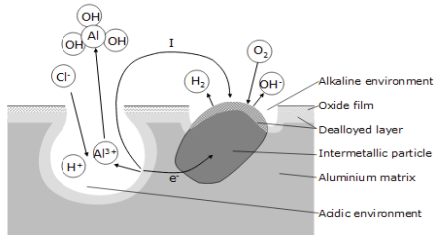


Рис.2. Механізм корозійного руйнування алюмінієвого сплаву.

вивчення гальванічної взаємодії в системі „матриця/інтерметаліди”, але й впливу на неї, та, відповідно, локальну та загальну корозію металу розмірних параметрів інтерметалічної фази [3].

Виходячи з вищеописаних передумов представляло науковий та практичний інтерес вивчення корозії електрохімічно гетерогенного алюмінієвого сплаву з різними розмірами катодних інтерметалічних включень.

Матеріали та методики досліджень. Оскільки одержання зразків алюмінієвого сплаву з заданими розмірними параметрами інтерметалічної фази не завжди представляється можливим, були запропоновані модельні алюмінієві та для порівняння цинкові зразки з катодними включеннями на основі міді (рис.3). Цинк відрізняється від алюмінію відсутністю пасивної оксидної плівки, внаслідок чого його корозія протікає значно рівномірніше. Використовували два види Al/Cu та Zn/Cu зразків з 3-ма та 16-ма круглими мідними включеннями однакової площі (рис.3). Відсоток площі зразка яку займала мідь становив 10%. На основі запропонованих модельних зразків виконували електрохімічні випробування залежностей потенціалу вільної корозії, знімали потенціодинамічні поляризаційні характеристики та проводили імпедансні дослідження, застосовуючи електрохімічну імпедансну спектроскопію. Використовували триелектродну комірку, яка складалася з хлорсерібного електрода порівняння, платиного допоміжного та робочого – досліджуваного зразка. Вимірювання здійснювали за потенціалу відкритого кола, застосовуючи потенціостат-аналізатор частотного відклику Gill AC.

Виконували комп'ютерний аналіз імпедансних спектрів і моделювали корозійно-електрохімічну систему метал–середовище. Агресивним середовищем для проведення корозійно-електрохімічних досліджень слугував 0,1% водний розчин натрію хлориду. У корозійний розчин додавали також 0,5 г/л органічного анодного інгібітора супернатанту культуральної рідини (СКР).

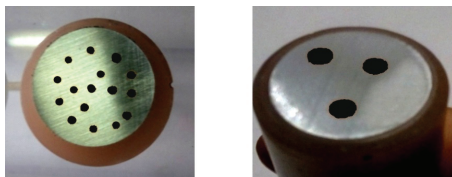


Рис.3. Модельні зразки алюміній-мідного сплаву з різною кількістю мідних включень 3-ма і 16-ма однакової загальної площі.

Результати та їх обговорення. Встановлено (рис. 4), що потенціал вільної корозії алюміній-мідних зразків у 0,1%-му розчині хлориду натрію знаходиться в межах -600...-500 мВ, цинк-мідних – в межах -1000...-900 мВ. Потенціал вільної корозії чистого цинку в хлоридвмісних розчинах близький до -1000 мВ, що пояснюється відсутністю на його поверхні пасивної оксидної плівки. Включення міді, незалежно від степені їх диспергування, зсувають компромісний потенціал цинк-мідного зразка приблизно на 50 мВ у позитивну сторону. Водночас алюміній-мідні зразки, які містять 16 включень мають від'ємніший потенціал вільної корозії, ніж зразки з трьома Cu -включеннями. Остання обставина пояснюється більшою сумарною довжиною периметрів мідних включень та, відповідно, більшою площею анодних ділянок. При цьому площа катодних ділянок залишається незмінною. Диспергування катодних включень зменшує локалізацію анодної реакції на Al/Cu моделях, але, очевидно, збільшує їх загальну корозію. Потенціал вільної корозії зразків Zn/Cu практично не залежить від степені диспергування їх мідних включень (рис. 4), що пояснюється анодною електрохімічною активністю всієї поверхні цинку, не захищеної суцільним шаром оксиду, а не тільки окружностей катодів як в алюмінієвої моделі.

Потенціодинамічні поляризаційні залежності модельних зразків в 0,1%-му розчині натрію хлориду показують, що катодні та анодні процеси електрохімічної корозії протікають практично однаково на обох цинкових моделях (з 3-ма та 16-ма включеннями міді). Для зразків Al/Cu спостерігається суттєва відмінність: за подрібнення мідних вставок швидкість катодної та анодної реакцій моделі з 16-ма катодами суттєво зростає. У [4] встановили, що подрібнення мідневмісних інтерметалічних ділянок збільшує швидкість масопереносу під час корозії алюмінієвого сплаву. А Віейра з колегами [3] виявили, що подрібнення фази Al_2Cu впливало на процес відновлення кисню, залежний від масопереносу.

Потенціодинамічні поляризаційні залежності модельних зразків в 0,1%-му розчині натрію хлориду показують, що катодні та анодні процеси електрохімічної корозії протікають практично однаково на обох цинкових моделях (з 3-ма та 16-ма включеннями міді). Для зразків Al/Cu спостерігається

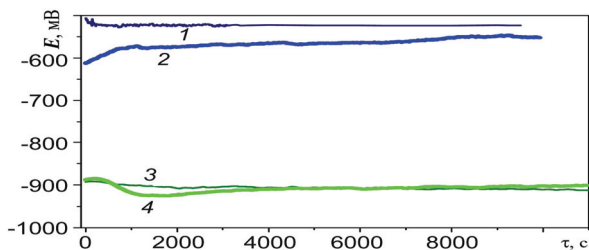


Рис. 4. Кінетична залежність потенціалу вільної корозії модельних зразків в 0,1%-му розчині натрію хлориду: 1 – Al/Cu (3 включення); 2 – Al/Cu (16 включень); 3 – Zn/Cu (3 включення); 4 – Zn/Cu (16 включень).

суттєва відмінність: за подрібнення мідних вставок швидкість катодної та анодної реакцій моделі з 16-ма катодами суттєво зростає. У [4] встановили, що

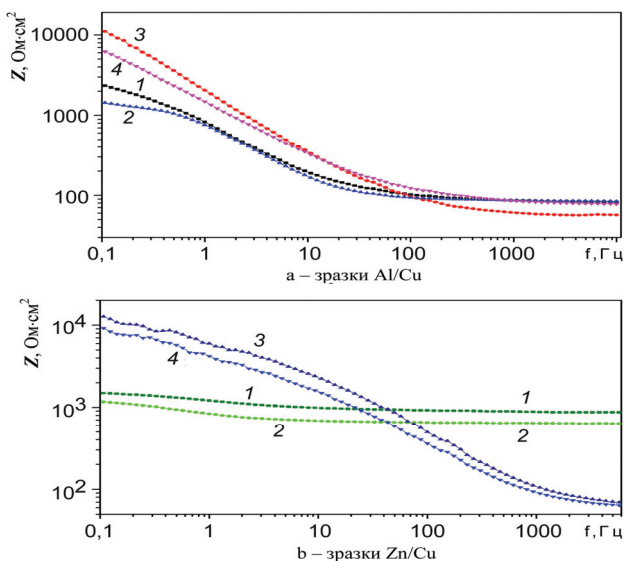


Рис. 8 Імпедансні залежності модельних зразків після 24 год витримування в 0,1%-му розчині натрію хлориду: 1 – Al/Cu та Zn/Cu (3 включення); 2 – Al/Cu та Zn/Cu (16 включень); 3 – Al/Cu та Zn/Cu (3 включення) + 0,5 г/л СКР; 4 – Al/Cu та Zn/Cu (16 включень) + 0,5 г/л СКР.

подрібнення мідневісмісних інтерметалічних ділянок збільшує швидкість масопереносу під час корозії алюмінієвого сплаву. А Віейра з колегами [3] виявили, що подрібнення фази Al_2Cu впливало на процес відновлення кисню, залежний від масопереносу.

Додавання інгібітора СКР у розчин 0,1% натрію хлориду суттєво зменшує корозію модельних Al/Cu зразків. Імпедансні залежності (рис. 5a) вказують на те, що зразки з меншою кількістю мідних включень мають вищий опір переносу заряду. Це пояснюється меншою загальною довжиною контакту між алюмінієвою основою модельного зразка і мідними вставками та, відповідно, меншою площею анодних ділянок. Вплив подрібнення мідних катодів на корозію зразків Zn/Cu (рис. 5b) менш виражений.

З імпедансних залежностей модельних зразків Al/Cu і Zn/Cu (рис. 5) можна заключити, що за більшого диспергування катодних включень у модельному зразку потрібна більша концентрація анодного інгібітора в корозивному розчині для забезпечення того ж рівня захисту, що й у випадку їх меншої кількості.

Імовірно, що більше диспергування катодної фази в моделі Al/Cu може призвести до ситуації „кооперативної” корозії, яку описано в роботі Боага [5]. За подібних умов анодні ділянки на алюмінієвій матриці довкола катодних включень починають сполучатися і загальна корозія сплаву переважає над локальною.

Висновки

На модельних системах досліджено вплив катодних включень на корозію алюмінієвого сплаву. Встановлено, що за умов диспергування інтерметалічних включень потенціал вільної корозії моделі Al/Cu зменшується внаслідок збільшення площі контакту анод-катод. При цьому загальна корозія металу збільшується, а локальна гальмується.

Список літератури

1. The Influence of the surface distribution of Al₆(MnFe) intermetallic on the electrochemical response of AA5083 aluminium alloy in NaCl solutions / M. Bethencourt, F.J. Botana, J.J. Calvino, M. Marcos, J. Perez, M.A. Rodriguez // Materials Science Forum. – 1998. – Vol. 289-292. – P. 567-574.
2. Effect of low copper content and heat treatment on intergranular corrosion of AlMgSi alloys / G.Svenningsen, J.E. Lein, A. Bjørgum, J.H. Nordlien, Y.Y., K. Nisancioglu // Corrosion Science. – 2006. – 48. –P. 226–242.
3. Vieira A.C., Pinto A.M., Rocha L.A., Mischler S. Effect of Al₂Cu precipitates size and mass transport on the polarisation behaviour of age-hardened Al–Si–Cu–Mg alloys in 0.05M NaCl. *Electrochimica Acta*. 56 (2011) 3821–3828.
4. Anna Colley L, Julie V. Macpherson, Patrick R. Unwin. Effect of high rates of mass transport on oxygen reduction at copper electrodes: Implications for aluminium corrosion. *Electrochemistry Communications* 10. (2008) 1334–1336.
5. Boag A.P. The relationship between microstructure and stable pitting initiation in aerospace aluminium alloy 2024-T3. PhD Thesis. RMIT University. 2008.

Г.Г. Веселівська, к.т.н.
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
НАН України, Україна)

Вплив параметрів структури та термообробки на корозійну тривкість електродугових покриттів із алюмінієвого сплаву Д16

Проведено експериментальні дослідження корозійної тривкості покриттів, отриманих електродуговим напленням суцільних електродних дротів марки Д16, в середовищі слабкогокислого синтетичного дощу (рН 4,5). Виявлено, що важливим фактором є температура відпалу покриття, яка дозволяє контролювати розміри інтерметалідних включень.

З усіх металів, які наносять в якості покриттів методом газотермічного наплення, алюмінію надають перевагу в агресивних середовищах, таких як морська вода, в підкислених середовищах і в промисловому середовищі, яке містить домішки сірчистого газу та інших сірковмісних речовин [1-3]. Проте слід зазначити, що якість алюмінієвих покриттів сильно залежить від методу їх наплення та хімічного складу. Лише після термообробки виробів, які захищають, захисна дія наплених покриттів значно покращується завдяки їх структурним змінам. Проте питання зв'язку між змінами структури в покриттях з алюмінієвих сплавів та показниками корозії мало вивчені та недостатньо висвітлені в літературі.

Матеріали та методики. Об'єктом дослідження були електродугові покриття наплені з суцільного електродного дроту марки Д16 (3,8...4,9 % Cu, 1,2...1,8 % Mg, 0,3...0,9 % Mn, $\leq 0,5$ % Fe, $\leq 0,5$ % Si, $\leq 0,1$ % Ni, $\leq 0,3$ % Zn, $\leq 0,1$ % Ti, решта Al) після відпалу за температур 200...600 °C.

Покриття напеляли з дистанції 200 мм на трубу зі сталі 20 діаметром 40 мм електродуговим металізатором ЭМ 17 за наступним режимом: напруга на дузі – 30...32 В, величина струму – 130...150 А, тиск повітря, 0,6 МПа. Для якісного нанесення покриття поверхню металу попередньо активували, очищаючи її піскоструминним способом. Вихідна товщина покриття після наплення становила 1,5 мм, а після шліфування – 1 мм. Шорсткість поверхні – 32 ± 3 мкм.

Характеристики корозійних процесів на покритті у середовищі слабкогокислого синтетичного дощу (рН 4,5) при його температурі 18...25 °C досліджували у потенціодинамічному режимі. Тривалість експозиції покриття у середовищі становила 40 діб.

Електрод порівняння – хлоридсрібний типу ЭВЛ-1М1. Швидкість зміни потенціалу складала 2 мВ/с. Поляризаційні криві використовували для визначення швидкості корозії та отримання інформації про характер корозійного процесу.

Мета роботи – з’ясувати вплив структурних змін у покриття внаслідок відпалу за різних температур на їх корозійну тривкість в середовищі слабокислого синтетичного дощу.

Результати та їх обговорення. В процесі напилення легувальні компоненти повністю, або частково розчиняються в алюмінії без виділення інтерметалідних фаз, зокрема залізовмісних, які завжди присутні у моновітному сплаві Д16. Мікроструктура покриття зі сплаву Д16 після термообробки, яка полягала у відпалі за температур 200 °С...600 °С (рис. 1) складається з твердого розчину міді в алюмінії та вторинних включень різних інтерметалідних сполук, таких як CuAl₂, Al₂CuMg, (Mn,Fe)Al₆, що підтверджено мікрорентгеноспектральним аналізом (табл. 1).

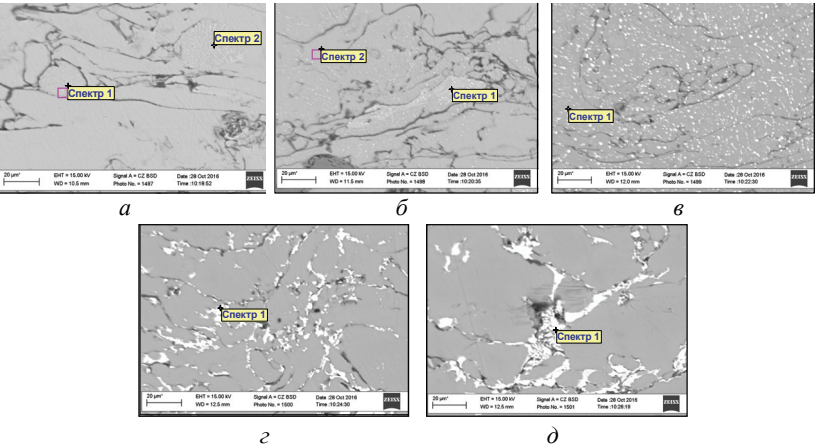


Рис. 1. Мікрорентгеноспектральний аналіз характерних структурних складових відпаленого покриття Д16 за різних температур: *а* – 200 °С; *б* – 300°С; *в* – 400 °С; *з* – 500 °С; *д* – 600 °С.

Таблиця 1

Хімічний склад структурних складових відпаленого за різних температур покриття (рис. 1)

Елемент	Температура відпалу						
	200 °С		300 °С		400 °С	500 °С	600 °С
	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 1	Спектр 2	Спектр 1	Спектр 1	Спектр 1
О К	–	1,76	–	1,28	1,09	2,29	2,19
Mg K	–	1,50	2,48	1,03	–	1,4	0,46
Al K	99,75	90,96	75,62	93,28	60,87	43,51	41,68
Mn K	–	0,57	–	–	–	–	–
Fe K	0,25	0,12	–	–	–	–	–
Cu K	–	5,21	2,90	4,41	38,04	52,80	55,67
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Після утворення первинних кристалів алюмінієвого твердого розчину, відбувається виділення фази Al_2Cu . Концентрації домішок заліза і кремнію знаходяться на досить низькому рівні, тому їх вплив на мікроструктуру практично відсутній.

Слід зазначити, що з ростом температури відпалу покриття в межах 200... 600 °С збільшується кількість фази Al_2Cu і змінюється її морфологія. При температурі відпалу 300 °С інтерметалідні включення Al_2Cu мають глобулярну форму (рис. 1б). При температурі відпалу 400 °С включення фази Al_2Cu укрупнюються (рис. 1в), а при температурі відпалу 500 °С в структурі можна побачити евтектичні колонії Al_2Cu , які розташовуються по межах дендритних осередків. (рис. 1г). З рис. 1д випливає, що за температури 600 °С відбувається оплавлення евтектики Al_2Cu , що призводить до окрихчення покриття.

На основі металографічних досліджень було побудовано залежність зміни розміру інтерметалідних включень від температури відпалу (рис. 2).

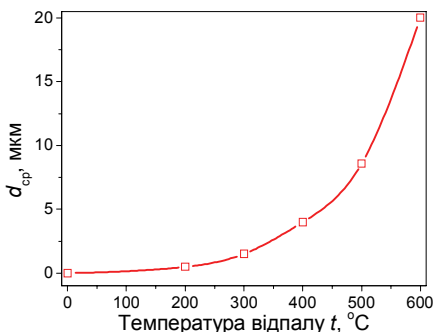


Рис. 2. Залежність розміру інтерметалідів Al_2Cu від температури відпалу

Аналізуючи результати металографічних досліджень слід зазначити, що структура напилених покриттів має велике значення для оцінки їх корозійної тривкості.

Відкрита поруватість ЕДП є важливим чинником який впливає на корозійну поведінку як самого ЕДП, так і матеріалу основи. Корозивне середовище через наявність поруватості проникає крізь наскрізні пори до основи та створює умови для проходження підплівкової корозії. У цьому випадку продукти корозії накопичуються на границі розділу ЕДП – основа та спричиняють відшарування покриття.

Так, покриття без відпалу складається з зерен α -твердого розчину і частинок нерозчинних фаз, при цьому основні зміцнюючі фази переходять у твердий розчин. У результаті утвориться однорідна структура, а відповідно, зерна твердих розчинів мають близькі електродні потенціали, тому корозія не виникає.

Зростання температури відпалу (200...600 °С) спричиняє неоднорідність (гетерогенність) структури за рахунок зростання розмірів інтерметалідних включень сплаву. На його поверхні, при наявності електроліту, починає працювати безліч мікрогальванічних пар, що призводить до корозії і руйнування анодних фаз.

В початковий момент взаємодії відпалених зразків із середовищем (3 год) як у напилених на основу покриттів, так і в відокремлених від неї, корозійна тривкість є нижчою, аніж після довготривалої витримки у корозивному середовищі (рис. 3, рис. 4), проте характер корозійних процесів не змінювався.

На рис. 3, рис. 4 у вигляді гістограми, підсумовано результати корозійно-електрохімічних досліджень покриття Д16 за різної температури його відпалу.

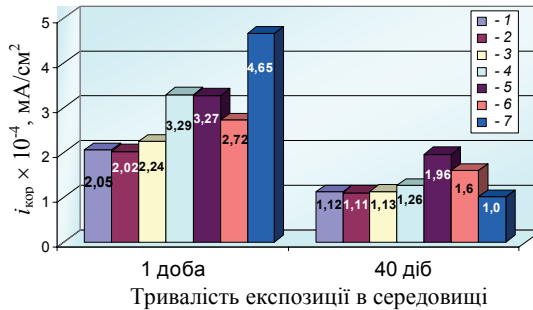


Рис. 3. Корозійна тривкість напиленого на основу покриття Д16 у середовищі кислого дощу: 1 – невідпалений; 2 – 200 °С; 3 – 300 °С; 4 – 400 °С; 5 – 500 °С; 6 – 550 °С; 7 – 600 °С.

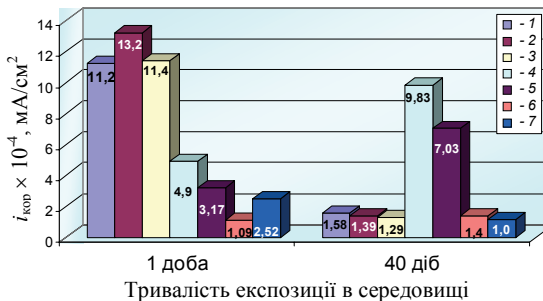


Рис. 4. Корозійна тривкість відокремленого від основи покриття Д16 у середовищі кислого дощу: 1 – невідпалений; 2 – 200 °С; 3 – 300 °С; 4 – 400 °С; 5 – 500 °С; 6 – 550 °С; 7 – 600 °С.

Виявлено, що зі збільшенням експозиції відпаленого за різних температур покриття з Д16, напиленого на основу, (рис. 3) струми корозії

знижуються вдвічі. Причому найбільше зниження спостерігається для покриття відпаленого при 600 °С.

При проведенні довготривалих досліджень (рис. 5) було встановлено, що впродовж 40 діб стаціонарний потенціал покриттів, відпалених за різних температур, не досягає потенціалу сталі 20, який у слабкокислому дощі складає -0,54 В, тобто напилене покриття забезпечує його зсув у від'ємний бік та створює катодний захист основи.

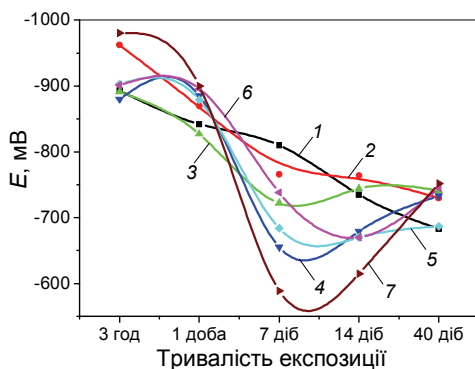


Рис. 5. Залежність потенціалу корозії напиленого на основу електродугового покриття Д16 від тривалості його експозиції в корозивному середовищі:

1 – невідпалений; 2 – 200 °С; 3 – 300 °С; 4 – 400 °С;
5 – 500 °С; 6 – 550 °С; 7 – 600 °С.

Висновки

1. При проведенні довготривалих досліджень було встановлено, що напилене покриття створює катодний захист основи.
2. Встановлено, що зі зростанням площі катодних включень Al_2Cu та укрупненням їх розмірів у покритті зі сплаву Д16 швидкість корозії зростає.

Список літератури

1. Електродугові відновні та захисні покриття / В.І. Похмурський, М.М. Студент, В.М. Довгуник, Г.В. Похмурська, І.Й. Сидорак. – Львів, Національна академія наук України, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка. –2005. – 192 с.
2. Schiefler M., Gartner F., and others. Protection of steel compo-nents against marine corrosion by thermally sprayed anodic coatings // Proc. ITSC-2003. – P. 361-370.
3. Experimental study on the electrochemical anti-corrosion properties of steel structures applying the arc thermal metal spraying method // Hong-Bok Choe, Han-Seung Lee and Jun-Ho Shin / Materials. – 2014, 7. – P. 7722-7736.

*В. М. Витвицький, аспірант; І. О. Мікульонок, д.т.н.; О. Л. Сокольський, к.т.н.
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)*

Удосконалення алгоритму розрахунку процесу екструзії гранульованих полімерних матеріалів

Запропоновано спосіб удосконалення алгоритму розрахунку процесу екструзії шляхом врахування несучільності полімерних гранул на початку їх переробки у зоні живлення; наведено результати розрахунків за вказаним алгоритмом із використанням попередньо отриманих експериментальних даних.

Галузь виробництва виробів з пластмас є однією із найважливіших галузей промисловості, вироби із полімерів застосовуються практично в усіх напрямках матеріального виробництва й невиробничої сфери. Різні полімери масово використовуються для виготовлення такої продукції, як полімерні плівки, пакети для упаковки, деталі побутового та конструктивного призначення та інших виробів. Суттєве збільшення виробництва полімерних матеріалів потребує створення високопродуктивного обладнання для їх переробки та уточнення методів його проектування та розрахунків.

Найбільш часто використовуваним для переробки полімерної сировини є екструзійне обладнання, серед якого найчастіше використовуються черв'ячні екструдери [1]. Успіх при їх проектуванні та розрахунках значною мірою залежить від точності врахування величин і співвідношення сил тертя, що діють на границях контакту матеріалу з циліндром та черв'яком, які в поєднанні з іншими параметрами визначають конструкцію робочих органів, тиск і температурний режим переробки, продуктивність і витрати потужності та відіграють принципову роль як засіб, що створює умови для переміщення та нагрівання матеріалу.

На сучасному етапі розвитку науки часто застосовуються розрахункові експерименти через їх економічну привабливість порівняно з натурними експериментами, а в деяких випадках – через складність або навіть неможливість реалізації останніх.

Існує математична модель процесу екструзії [2], яка часто використовується при інженерних розрахунках, у якій значення коефіцієнтів тертя полімеру по металевій поверхні черв'яка $f_{\text{ч}}$ та циліндра $f_{\text{ц}}$ задаються зокрема в залежності для визначення градієнта тиску:

$$\frac{dP}{dL} = \frac{Pf_{\text{ц}}\pi DK_p}{bH} \left[\cos(\omega + \varphi) - f_{\text{ч}} \sin(\omega + \varphi) - \frac{f_{\text{ч}}}{f_{\text{ц}}} \frac{(D - 2H)}{D} \right],$$

де P – тиск, Па; D – діаметр черв'яка, м; K_p – коефіцієнт бокового тиску; b – ширина каналу черв'яка, м; H – глибина каналу (нарізки), м; φ – кут нахилу гвинтової нарізки, ...°; ω – додатковий кут, введений для спрощення запису розрахункових формул, ...°.

У зазначеній формулі коефіцієнти тертя полімеру по металу задаються константою, тобто не враховується несущість полімеру в зоні живлення черв'ячного екструдера. Однак полімер на початку переробки у зоні живлення (рис. 1) перебуває у вигляді окремих твердих гранул, які можуть проковзувати, перекочуватись одна по одній, деформуватися і т. д., що впливає на рух матеріалу відносно робочих органів екструдера.

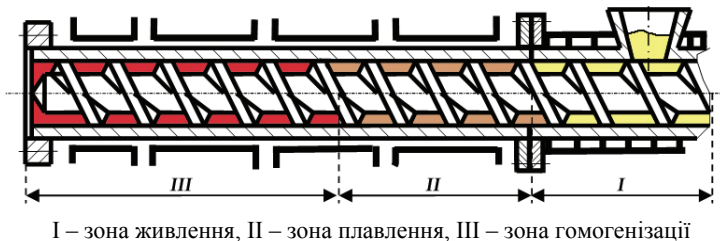
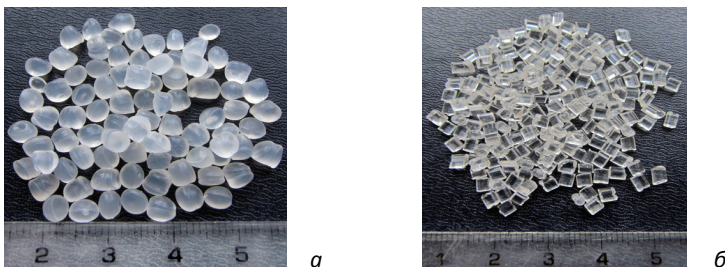


Рис. 1. Схема одночерв'ячного екструдера з позначенням функціональних зон процесу екструзії

Нами були проведено експериментальні дослідження коефіцієнтів тертя деяких гранульованих полімерів по металу і показано їх залежність від прикладеного навантаження та температури [3], а також від глибини каналу робочої зони для різних типів полімеру (рис. 2).



а – сополімер етилену з вінілацетатом (сєвілен) марки 11104-030 (ТУ 6-05-1636-97); б – полістирол марки ПС-С-1-3 (ГОСТ 20282-86)

Рис. 2. Фотознімки полімерних гранул, що були використані у експериментах

Результати показують, що значення коефіцієнтів тертя приймають різні значення у залежності від механічних властивостей досліджуваних полімерів, зокрема значень міцності й деформованості за різних температур і дозволяють запропонувати вдосконалення методики та алгоритму розрахунку процесу екструзії через визначення коефіцієнта тертя полімеру як функціональну залежність від значень навантаження та температури із врахуванням несущості гранульованих матеріалів.

При врахуванні отриманих залежностей під час виконання розрахунків для процесу неізотермічного живлення черв'ячного екструдера найбільш

характерні результати отримані для значень потужності приводу P , кВт та потужності дисипації механічної енергії $E_{\text{дис}}$, кВт при переробці полімерної сировини (рис. 3, 4).

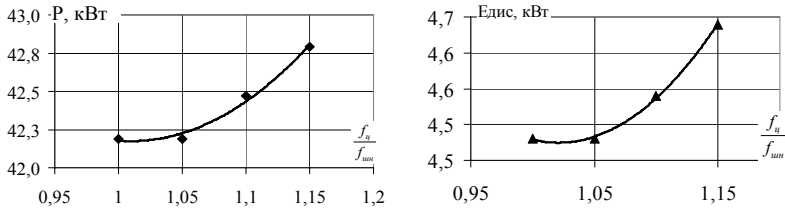


Рис. 3. Залежність потужності приводу та потужності дисипації механічної енергії від співвідношення коефіцієнтів тертя гранул сополімеру етилену з вінілацетатом по циліндру та шнеку $f_{\text{ч}}/f_{\text{шн}}$

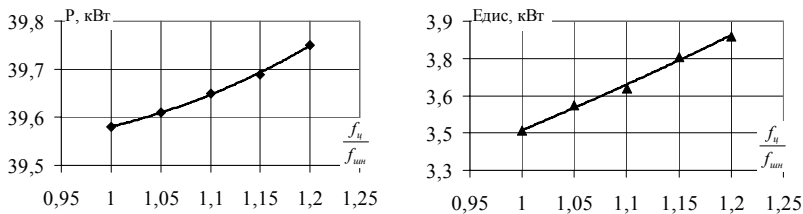


Рис. 4. Залежність потужності приводу та потужності дисипації механічної енергії від співвідношення коефіцієнтів тертя гранул полістиролу по циліндру та шнеку $f_{\text{ч}}/f_{\text{шн}}$

Висновки

Аналіз залежностей, отриманих при використанні удосконаленого алгоритму розрахунку процесу екструзії шляхом врахування несущільності полімерних гранул показує, що значення потужності приводу та потужності дисипації механічної енергії зростають зі збільшенням відношення коефіцієнтів тертя, причому характер залежності різниться для різних матеріалів.

Список літератури

1. Басов Н. И., Казанков Ю. В., Любартович В. А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: учеб. для вузов. Москва: Химия, 1986. 488 с.
2. Основи проектування одно черв'ячних екструдерів: навч. посіб. / І. О. Мікульонюк, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.
3. Витвицький В. М., Сокольський О. Л., Мікульонюк І. О. Вплив тиску та температури на коефіцієнт тертя гранульованих полімерних матеріалів по металевій поверхні // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2016. № 12 (1184). С.12–16.

¹В.І. Воробйова, кандидат технічних наук,

¹О.Е. Чигиринець, доктор технічних наук

¹Ю.Ф. Фатеев, кандидат хімічних наук

²М.І. Скиба, кандидат технічних наук

¹І.М. Трус, кандидат технічних наук

(¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Сікорського», Україна, Київ)

(²Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», Україна, Дніпро)

Інгібітор атмосферної корозії сталі на основі рослинної сировини

Досліджено інгібуючу дію екстракту жмиха винограду як леткого інгібітору атмосферної корозії сталі. Електрохімічними та гравіметричними методами встановлено, що рослинний екстракт забезпечує високий ступінь протикорозійного захисту сталі при конденсації мінералізованої плівки вологи. Досліджено вплив сформованої плівки на сталі на кінетику електродних процесів. Встановлено механізм захисної дії.

Одним із найбільш простих, технологічних і ефективних методів протикорозійного захисту металевих виробів в умовах атмосферної корозії є використання летких інгібіторів [1-4]. Відомо, що більшість ЛПАК отримують шляхом хімічного синтезу, що не відповідає сучасним екологічним та економічним вимогам. У зв'язку з цим актуальним є питання створення нових летких інгібіторів атмосферної корозії, що відрізняються не тільки ефективністю інгібування, але й екологічною безпекою. Тому перспективною сировиною для створення ЛПАК є органічні речовини рослинного походження, оскільки природна сировина, як правило, містить велику кількість органічних сполук, процес виділення яких здебільш вигідніший, ніж хімічний синтез. Одним із таких джерел є продукт переробки винограду, а саме жмих ягід винограду (родина *Vitis vinifera*). Деякі дослідження направлені на встановлення протикорозійної ефективності рослинної сировини, як інгібіторів кислотної корозії або у нейтральних водних середовищах. Однак, в літературі повністю відсутні дослідження, щодо використання жмиха винограду та його екстрагованих сполук при створенні летких інгібіторів атмосферної корозії

У зв'язку з цим метою роботи стало дослідження доцільності використання жмиху ягід винограду в якості сировини для виготовлення леткого інгібітору атмосферної корозії.

У леткій фракції ізопропанольного екстракту жмиху винограду методом газової хромато-мас-спектрометрії виявлено 21 сполуки серед яких домінують аліфатичні та ароматичні альдегіди : капроальдегід (9,1%), енантовий альдегід (8,7%), фенілацетальдегід (6,5%), бутаналь (4,8%), нонаналь (7,0%), цитраль (2,3%); насичені і ненасичені жирні кислоти,

представлені лінолевою (4,2 %), гексадекановою (5,4%), та (9Z)-Октадеценою кислотами (6,1%). Також присутні терпени: α –терпеніол (9,5%), γ -терпеніол (4,2%), лупеол (9,5%).

Аналіз результатів прискорених корозійних випробувань показує, що досліджувані леткі фракції екстракту жмиха винограду забезпечують захист від корозії сталі в умовах періодичної конденсації вологи. Швидкість корозії та ступінь захисту дорівнюють відповідно 90,9%. Аналіз літературних даних [1] та результати попередніх досліджень [2-3] дозволили зробити висновок про те, що під час витримки сталевих зразків у атмосфері екстракту жмиха винограду на поверхні металу формується плівка із адсорбованих летких сполук. Швидкість процесу формування захисної плівки та її захисні властивості залежать як від хімічної природи складових композицій леткого інгібітору і властивостей поверхні металу, так і від умов формування плівки.

Так, встановлено, що ступінь захисту, залежить від часу формування поверхневої плівки із летких фракцій екстракту жмиха винограду, і знаходиться в межах 61,3...90,9%, що дозволяє рекомендувати цей вид ЛПАК для захисту сталі Ст 3 від атмосферної корозії. Оптимальним часом для формування захисної плівки є витримка сталевих зразків у атмосфері екстракту впродовж 40-48 год. Слід зауважити, що обробка зразків у паровій фазі індивідуального ізопропанолу не підвищує корозійну тривкість металу.

В результаті попередніх досліджень можна сказати, що важливою характеристикою плівки, сформованої на поверхні металу в парі леткого інгібітора, є її здатність зберігати з часом свої захисні властивості (ефект післядії) за відсутності ЛПАК у корозивному середовищі. Ефект захисної післядії ЛПАК досліджували гравіметричним методом. Ефект післядії досліджували після експонування металевих зразків в паровій фазі інгібітору за стандартних умов зберігання у приміщенні (за відсутності конденсації вологи) протягом 72 годин. Ефект захисної післядії плівки, утвореної на металі після попереднього експонування зразка у парі ізопропанольного екстракту жмиха винограду, визначали прискореним методом за ГОСТ 9.308-85 в умовах періодичної конденсації вологи. Аналіз отриманих результатів за прискореними масометричними дослідженнями показав, що плівка забезпечує захисний ефект післядії в агресивній атмосфері в умовах періодичної конденсації вологи над водними розчинами 1 % NaNO_3 і у дистильованій воді протягом 21 доби. Ступінь захисту дорівнює 55% та 85% відповідно для вище зазначених середовищ.

З метою більш аргументованого визначення причин підвищення інгібуючої здатності захисної плівки після 48-72 годин формування доцільним є дослідження зміни морфології поверхні в цей період. Дослідження морфології поверхні сталі показали, що до витримки її в атмосфері летких органічних сполук екстракту можна виділити тільки сліди подряпин, які залишилися після механічного полірування металу (рис. 1а). А на поверхні зразків сталі після їх витримки вже впродовж 24 годин в парі летких сполук екстракту жмиха винограду сформувалася захисна плівка (рис. 1б). Морфологія плівок в залежності від часу формування має різний зовнішній

вигляд. Так плівки, що формуються на поверхні сталі впродовж 24-48 годин, мають більш пухку будову.

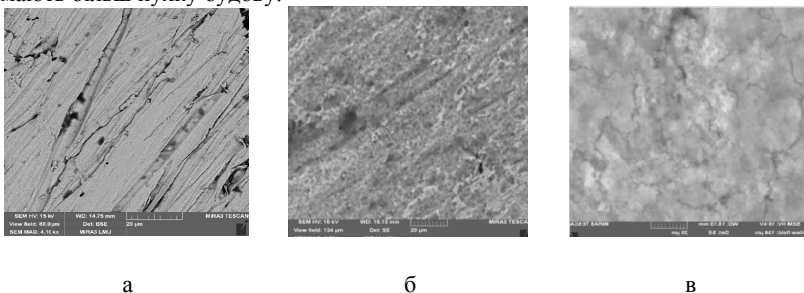


Рисунок 1 – Морфологія поверхні зразків: а) після механічної обробки, б-в) після 24, 50 годин витримки в атмосфері летких сполук екстракту жмиха винограду

Зі збільшенням часу формування захисної плівки до 72 годин, сформована плівка є більш гладкою та щільною, за цей час ймовірно відбувається модифікація захисного шару, що вірогідно пов'язано з хімічним перетворенням адсорбованих сполук рослинної сировини, що призводить до суттєвого підвищення захисної здатності шару.

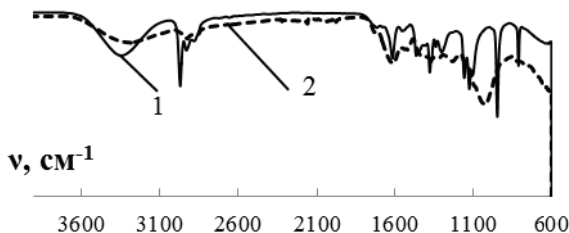


Рисунок 2 – ІЧ-спектри поглинання ІЕЖВ (1) та ІЧ- спектри відображення на поверхні сталі Ст 3, обробленої леткими сполуками рослинного екстракту протягом 2 діб.

Для встановлення підтвердження формування захисної плівки при використанні ЛІАК, були знято порівняно ІЧ спектри рослинного екстракту та ІЧ-спектри поглинання плівки, сформованої на поверхні сталі після витримки в атмосфері летких сполук ізопропанольного екстракту жмиха винограду (рис. 2). Отримані результати свідчать, що після 72 годин (рис. 2) формування плівки на ІЧ-спектрах спостерігається зменшення інтенсивності смуг, що характерні індивідуальному екстракту в області 1800 – 1580 cm^{-1} , смуг поглинання зв'язків ν ($\text{C}=\text{O}$) і збільшення інтенсивності смуг поглинання

зв'язків ν ($C=C$) в області $1680 - 1640 \text{ см}^{-1}$ та $2140 - 2100 \text{ см}^{-1}$, що відповідають групам групам сполук –полімеризації.

Список літератури

1. Андреев Н.Н. Физико – химические аспекты действия летучих ингибиторов коррозии металлов / Н.Н. Андреев, Ю.И. Кузнецов // Успехи химии. – 2005. – 24, № 8. – С. 755–767.
2. Чигиринець О.Е. Протикорозійні властивості екстракту шроту ріпаку як леткого інгібітору атмосферної корозії сталі / О.Е.Чигиринець, В.І. Воробйова // Фізико хімічна механіка матеріалів. – 2013. – №3. – С. 39 – 45.
3. Воробьева В.И. Использование отходов переработки винограда для защиты металла от атмосферной коррозии / В.И. Воробьева, Е. Э. Чигиринец, М.И. Воробьева, С.Ю. Липатов // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2015. – №.1 – С. 35 – 41.
4. Чигиринець О.Е. Дослідження механізму дії ізопропанольного екстракту шроту ріпаку на процеси атмосферної корозії міді / О.Е. Чигиринець, Ю.Ф. Фатєєв, В.І. Воробйова, М.І. Скиба // Фізико хімічна механіка матеріалів. – 2015. – №5. – С. 67-75.

Уточнення природи реакцій окиснення водню у лужних розчинах

Електрохімічними методами встановлено, що за наводнення електрода із сталі 17Г1СУ пік окиснення заліза до Ферум (II) збігається з піком десорбованого металом водню.

Відомо, що водень, який виділяється при корозії, негативно впливає на експлуатаційні властивості металлоконструкцій, викликаючи окрихнення металу, приповерхнєве розрихлення [1]. Такі види руйнувань призводять до суттєвого зниження робоздатності обладнання і ризику виникнення аварій [2]. Сформульовано багато гіпотез механізму водневого окрихнення металу, однак ні одна із них повністю не розкриває його змісту [3].

Одним з методів визначення кількості водню в металах є його анодне окиснення, за якого визначають кількість електрики, що витратилась саме на окиснення десорбованого водню. Дослідження у різних середовищах та за різних температур (водний розчин 0,2М КОН (80 °С), нітратний розплав, етиленгліколевий розчин) і показали, що за однакових умов наводнювання зразка, одержують різну кількість водню [4]. Отже, крім окиснення водню в анодних процесах можуть брати участь побічні електродні реакції, пов'язані із окисненням металу або компонентів електроліту. Тому метою роботи було детальніше розглянути анодну поведінку наводнених та ненаводнених зразків сталі 17Г1СУ в лужному розчині.

Методика експерименту

Вольтамперні дослідження виконували у 0,2 М NaOH за температури $80 \pm 2^\circ\text{C}$. Швидкість розгортки s за потенціодинамічної поляризації 1; 5; 10; 25; 50; 75 і 100 мВ/с. Робочий електрод сталь 17Г1СУ. Використовували потенціостат IPC-Pro з триелектродною коміркою. Електродні потенціали вимірювали відносно хлоридсрібного електрода порівняння і перераховували за водневим. Допоміжний електрод – платина.

Результати досліджень та їх обговорення

Для визначення природи окисно-відновних реакцій на сталі 17Г1СУ виконували вольтамперні дослідження вихідного і наводненого зразка у 0,2 М NaOH (рис.1). Поляризаційну криву вихідного зразка знімали від потенціалу, за якого не спостерігається відновлення водню (рис.1а) та $E = -1,3$ В (рис.1б), коли він на зразку виділяється і відповідно частина його може поглинатись металом. На цих кривих виявили два анодні піки за потенціалів $-0,64$ та $-0,45$ В ($s = 5$ мВ/с), які на рис.1а. слабо виражені. Вони можуть відповідати реакціям окиснення заліза до Fe(II) і Fe(III) з подальшим утворенням

гідроксидів, а катодний – реакції відновлення сполук Fe(III) до Fe(II) [5]. На наводненому зразку спостерігається один пік більшої висоти, який охоплює потенціали $-0,70 \dots -0,40$ В, що унеможливує розділення окремих реакцій окиснення заліза.

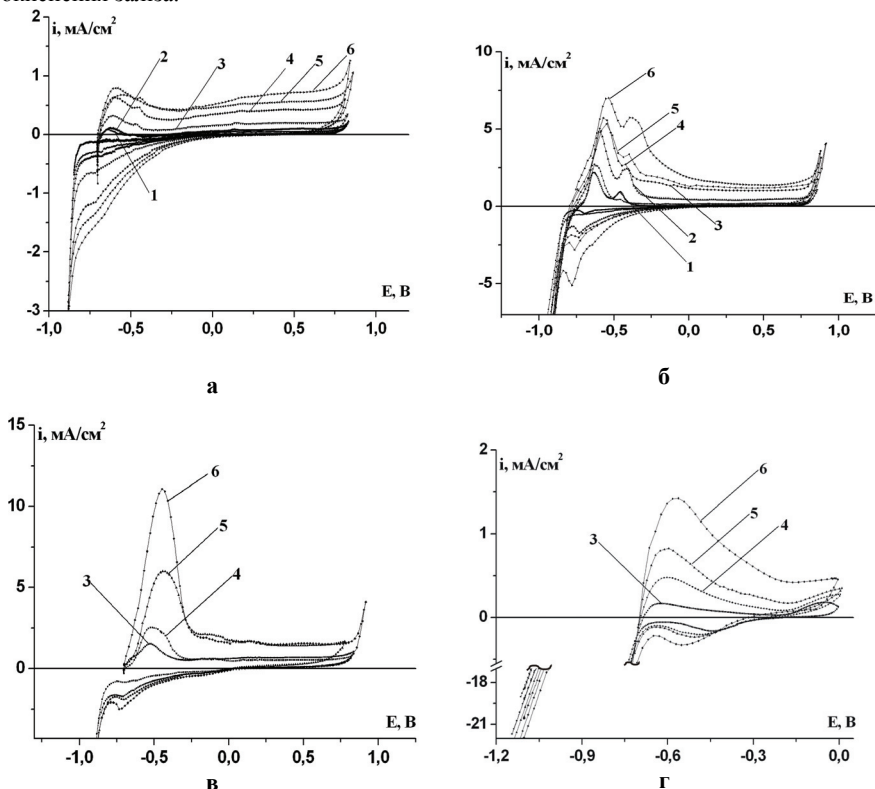


Рис. 1. Циклічні вольтамперограми вихідного (а), умовно наводненого (б), наводненого (в) зразка сталі 17Г1СУ та платини (г) у 0,2 М розчині NaOH за швидкостей розгортки мВ/с:

1 – 5; 2 – 10; 3 – 25; 4 – 50; 5 – 75; 6 – 100

З метою визначення можливості перебігу реакції окиснення водню в межах першого чи другого анодних піків аналогічні дослідження проводили на платиновому електроді (рис. 1г.), починаючи з потенціалу $-1,5$ В, коли водень відновлюється з утворенням адсорбованих атомів Гідрогену, які надалі можуть абсорбуватися нею. Зафіксовано пік за $E = -0,60$ В, який відповідає реакції

реакції окиснення десорбованого з платини водню, тому що її анодне окиснення можливе за потенціалів ≥ 200 mV.

Висновки

Встановлено, що за анодної поляризації сталі 17Г1СУ у розчині лугу Ферум окиснюється до Fe(II) та Fe(III) з подальшим утворенням гідроксидів. Однак за поляризації від потенціалів, коли водень може відновлюватись або за наводнювання електрода, пік його анодного окиснення співпадає з піком окиснення до Fe(II). Отже, за досліджень окисно-відновних реакцій на сплавах заліза, необхідно зважати на можливість їх наводнювання з подальшим окисненням десорбованого водню.

Список літератури

1. Карпенко Г.В., Крипьякевич Р.И. Влияние водорода на свойства стали.- М.: Металлургиздат, 1962.-197 с.
2. Бубнов С.А, Овчинников И.И., Бубнов А.А. Исследование разрушения и кинетики обезуглероживания толстостенной трубы в условиях водородной коррозии// Вестн. Сам. Гос.Техн. Ун-та. 2012. №1 (26). С. 1-9.
3. Колачев Б.А. Водородная хрупкость металлов. – М.: Металлургия, 1985. - 216 с.
4. Оцінювання адекватності методу анодного окиснення для визначення кількості адсорбованого сталіми водню / М. С.Хома, М. Р. Чучман, В. Р. Івашків, Е. І. Личковський. // Сучасні проблеми електрохімії: освіта, наука, виробництво: збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХП», 2015. – №2. – С. 92–93.
5. Исследование электрохимических свойств композитных электродов Fe/Fe(OH)₂/KOH / Н. Д. Кошель, Е. В. Смирнова, Н. А. Гладченко, С. В. Копач // Сучасні проблеми електрохімії: освіта, наука, виробництво: – Харків: НТУ «ХП», 2015. – С. 136–137.

*И. В. Грайворонская, к.т.н.
Э. Б. Хоботова, д.х.н., проф.
(Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
Украина)*

Шлаки как сорбенты органических соединений вод

Определены условия сорбции металлургическим шлаком органических красителей. Установлена корреляция между природой активирующего агента и факторами, повышающими эффективность сорбционной очистки вод: числом адсорбционных центров –OH и Si–OH, зарядом поверхности шлаковых частиц и образованием аморфных соединений.

Адсорбционные технологии широко используются для очистки промышленных сточных вод. В последнее время наметилась тенденция по использованию промышленных отходов (ПО) как сорбентов при очистке жидких фаз [1, 2]. Подобная утилизация ПО позволяет комплексно решить проблемы защиты окружающей природной среды от загрязнения.

Цель работы – обоснование экологически безопасного использования металлургических шлаков Побужского ферроникелевого комбината (ПФНК), Никопольского завода ферросплавов (НЗФ) и ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» в качестве сорбентов при очистке сточных вод.

Методами исследования являлись рентгенофазовый, гамма-спектрометрический, электронно-зондовый микроанализа, петрографический, спектрофотометрический, ИК-спектрофотометрический и капиллярного электрофореза.

Химический элементный состав шлаков, определенный методом электронно-зондового микроанализа (EPMA) на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390 LV с системой микрорентгеновского анализа INCA, хорошо соответствуют минералогическому составу шлаков, определенному методом рентгенофазового анализа. В составе гранулометрических фракций шлака ПФНК обнаружен минерал диопсид $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$, слоистая структура которого предрасполагает к проявлению им сорбционных свойств. После выдержки шлака в воде в его составе обнаружены дополнительные количества кварца SiO_2 (3,1 %), маргарита $\text{Ca}_{0,88}\text{Na}_{0,12}\text{Al}_2(\text{Si}_{2,12}\text{Al}_{1,88}\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ (1,8 %), альбита $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (1,9 %), иллита $\text{K}(\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_9)(\text{OH})_3$ (0,9 %). Образцы шлака НЗФ содержат 86 % диопсида и 13,7 % титанита $\text{Ca}(\text{Ti}_{0,818}\text{Al}_{0,182})(\text{O}_{0,818}\text{F}_{0,182})(\text{SiO}_4)$. Образцы гранулированного и отвального доменных шлаков «АрселорМиттал» состоят из алюмосиликатов Ca и Mg. Во фракции >10 мм гранулированного шлака их суммарный массовый вклад составляет 94,3 %, что является критерием выбора этих частиц в качестве объекта исследования сорбционных свойств.

Волнистый характер фона на дифрактограммах шлаков позволяет предположить наличие аморфной фазы. При сравнении результатов минералогического, элементного анализов и петрографического исследования

шлака ПФНК рассчитано среднее содержание аморфной фазы 53 %. Так как шлак наполовину состоит из аморфных веществ, то возможна реализация механизма адсорбции за счет поглощения сорбатов сорбционно-активной поверхностью шлака.

Поверхность образцов отвального доменного шлака «АрселорМиттал» по сравнению с гранулированным более разрыхленная с большим количеством осколочного материала. Открытая пористость шлаков составляет $\approx 0,5$ %, поэтому их использование в качестве сорбентов не должно опираться на способность шлаков поглощать вещества только порами. Необходима предшествующая стадия активации, модифицирующая поверхность частиц и увеличивающая величину адсорбции a . Изученные шлаки являются эффективными адсорбентами, чья поверхность характеризуется многочисленными микроскопическими выступами. Различная величина кристаллитов и их морфология определяют напряжения в шлаковом стекле, энергетическую неоднородность поверхности и влияют на реакционную и сорбционную способность фракции.

Методом воздухопроницаемости определено варьирование удельных поверхностей шлаков в пределах 880-4000 см²/г.

Гамма-спектрометрическим методом с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра СЕГ-001 «АКП-С» определены удельные эффективные активности шлаков $C_{эф.} = C_{Ra} + 1,31C_{Th} + 0,085C_K$, не превышающие 370 Бк/кг, что соответствует I классу радиационной опасности, то есть исследованные шлаки могут использоваться в качестве технических материалов.

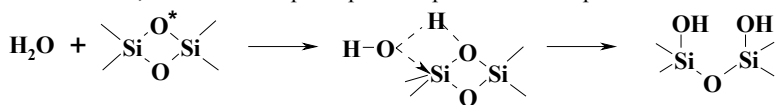
Сорбционные свойства шлаков определяли по изменению концентраций поглощаемых компонентов раствора. Спектрофотометрическим методом с помощью СРЕКОЛ 11 изучена сорбция шлаками органических красителей: метиленового синего (МС), Конго красного (КК) и метилвиолета (МВ). По результатам анализа рассчитана a .

Концентрации катионов и анионов в водной фазе определяли методом капиллярного электрофореза, основанного на разделении компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием электрического поля. Использовался прибор «Капель-104Т».

Оптимизированы условия химической активации шлаковых сорбентов, приводящей к разрыхлению поверхности их частиц. В качестве активаторов исследованы вода, растворы NaOH и H₂SO₄. После активации зарегистрированы множественные габитусы кристаллов полифракционного состава. Реагирование поверхности шлака с кислотой приводит к образованию аморфного геля в результате поликонденсации активной кремниевой кислоты. Разрыхление поверхности прямо коррелирует с увеличением a адсорбента. Все виды химической активации приводят к выщелачиванию соединений алюминия, кремния и магния из шлаков. По сравнению с водной обработкой кислотная и щелочная активации шлака ПФНК уменьшают содержание магния и железа. Сернокислотная активация шлака приводит к растворению соединений калия и марганца. Для шлаков ПФНК и НЗФ оптимальна

кислотная активация, для шлака «АрселорМиттал Кривой Рог» – кислотная активация или предварительная обработка водой. Поверхности шлаков, модифицированные в процессе активации, в дальнейшем остаются стабильными при сорбции органических соединений из растворов различной кислотности.

Следствием химической активации шлаков является не только разрыхление поверхности частиц, но и изменение природы и количества функциональных групп. Эффективность способов активации была оценена сравнением инфракрасных спектров поглощения поверхности шлака, полученных в таблетках KBr на Фурье ИК-спектрофотометре SPECTRUM ONE (Perkin Elmer). Исходный шлак характеризуется полосами поглощения, связанными с валентными асимметричными колебаниями силоксановой связи Si–O–Si, молекул воды и основными валентными колебаниями OH силинольных групп Si–OH. После обработки водой и растворами кислот интенсивность полосы свободных групп Si–OH в ИК-спектрах несколько увеличивается, что связано с регидроксилированием поверхности шлаков:



Отрицательный заряд частиц определен при проведении макроэлектрофореза взвесей шлаков. Разброс значений электрокинетического потенциала 11,7-22,2 мВ соответствует средней величине ξ -потенциала для минеральных суспензий с условно сферическими частицами.

Отсутствие десорбции в жидкую фазу компонентов шлаков и поглощенных сорбатов обосновывает практическое использование шлаков в качестве адсорбентов. С этой целью проанализированы водные вытяжки из шлаков, полученные в течение 1 месяца. Концентрации катионов щелочноземельных металлов в воде невелики. Содержание магния 2,1 мг/дм³ не превышает нормы СанПиН [3] 10-80 мг/дм³. Концентрация кальция 13,8 мг/дм³ соответствует жесткости 0,69 мг-экв/дм³, то есть очень мягкой воде. Превышения норм для питьевой воды по катионам и анионам не наблюдается. Эффективность адсорбции подтверждается практическим отсутствием десорбции МС из шлаков ($\approx 5\%$) при различных видах их активации, что обеспечивает безопасность их захоронения и утилизации в производстве строительных материалов.

Согласно результатам кинетических исследований Процесс сорбции МС на шлаковых сорбентах можно описать с помощью уравнений

$$\text{Фрейндлиха и Ленгмюра } A = A_{\text{пред}} \cdot \frac{KC}{KC + 1}. \text{ Согласно величинам константы } K$$

рассчитаны изобарно-изотермические потенциалы процесса адсорбции МС шлаковыми адсорбентами $\Delta G = -2,3R298 \lg K$, Дж/моль. Величины $-\Delta G \geq 20$ кДж/моль свидетельствуют об однокомпонентности адсорбционного слоя.

Выводы

Определены условия адсорбции металлургическими шлаками органических красителей в отсутствие десорбции поглощенных сорбатов. Оптимизирован режим кислотной активации шлаков. Установлена корреляция между природой активирующего агента и факторами, повышающими эффективность сорбционной очистки вод: числом адсорбционных центров $-\text{OH}$ и $\text{Si}-\text{OH}$, зарядом поверхности шлаковых частиц и образованием аморфных соединений. Выведены уравнения, количественно описывающие адсорбцию.

Список литературы

1. Тиньгаева Е.А., Зильберман М.В. // Экология и промышленность России. 2005. № 11. С. 17.
2. Зосин А.П., Приймак Т.И., Кошкина Л.Б., Маслобоев В.А. // Вестник МГТУ. 2008. Т. 11. № 3. С. 502.
3. Державний СанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання».

О. М. Давиденко, аспірант, В. М. Ледовських, д. х. н., проф.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Електрохімічні процеси в технології регенерації відпрацьованих нафтових олив

Розглянуто проблему регенерації відпрацьованих олив. Наведено результати експериментальних досліджень одночасного електровідновлення карбонільних та карбоксильних сполук як небезпечних продуктів деградації відпрацьованих олив, без розділення анодного та катодного просторів із застосуванням безпечних та доступних електродних матеріалів. Показано, що продуктами електрохімічного перетворення є суміш вуглеводнів.

Застосування олив, на сьогодні, набуло широкого розповсюдження завдяки їх винятковим мастильним властивостям. Найбільша частка у загальному споживанні мастильних олив в Україні припадає на моторні 74,1 % та індустриальні 21,4 % оливи в Європі 65% моторні та менше 35% індустриальні. Тільки в нашій державі в 2012 році використання мастильних олив досягло значення в 400 тис. т, якщо припустити, що тільки 50% становлять відпрацьовані оливи то їх кількість складе близько 200 тис. т/рік, точніше сказати не можна так як, загального моніторингу утворення відпрацьованих олив ніхто не веде. Найефективніший і економічно виправданий спосіб їх утилізації є регенерація – відновлення якості олив для подальшого застосування [1].

Відомо багато способів регенерації відпрацьованих олив. Основна частина відомих методів базується на застосування сульфатної кислоти та використання адсорбційного очищення, що призводить до значної втрати оливи в процесі регенерації та утворення нових важко-утилізованих відходів. Одним із вказаних в літературі є електрохімічний. В основу цього процесу покладено накладання високої різниці потенціалів на відпрацьовану оливу і, вказується в літературі, відбувається покращення деяких характеристик. Насамперед кислотного числа та в'язкості. Разом з тим нема достатньої кількості інформації про кінетику і механізм перебігу цих реакцій не можна вважати обґрунтованими вибрані параметри електролізу відпрацьованих олив та прогнозувати продукти, що утворюються під час проведення. Тому пошук нових способів регенерації відпрацьованих олив є важливою-науково-технічною задачею [2 – 3].

В попередніх дослідженнях [4 - 5] було показано можливість проведення відновлення карбонільних та окиснення карбоксильних сполук на різних електродах. Електровідновлення альдегідів та кетонів зазвичай проводять на металах з високою перенапругою водню (Hg, Cd, Pb, Zn) однак їх застосування має ряд ускладнень: вони відносяться до так званих важких металів, є токсичними для людей та навколишнього середовища, а також основними продуктами їх перетворення є спирти та сполуки пінакового типу. Нами показана можливість застосування екологічно безпечного та широкодоступного алюмінію для відновлення карбонільних сполук в кислих водно-спиртових середовищах. Хроматографічний аналіз показав, що на відміну від типових

металів для процесів катодного відновлення карбонільних сполук продуктами їх перетворення на алюмінії є суміш вуглеводнів, що є найкращим варіантом у технології регенерації відпрацьованих олиव. Застосування алюмінію збільшує вихід регенованої оливи та не призводить до утворення нових важкоутилізованих відходів.

Наші експериментальні дослідження також були присвячені анодному окисненню карбонових кислот, як найагресивніших продуктів деградації моторних олив. Типовим електродним матеріалом для виконання таких процесів є платина [6 - 8]. Однак її застосування для промислових процесів регенерації відпрацьованих олив є неможливим через її високу вартість та поступове винесення металу з аноду під час електролізних процесів. Наші дослідження [9] показали можливість застосування як електродні матеріали доступних графіту та шунгіту. Було показано, що перебіг процесів електроокиснення супроводжується утворенням не тільки типових продуктів за реакцією Кольбе (димерних вуглеводнів), а і продуктів диспропорціонування вуглеводневого радикалу, а також було підтверджено утворення вуглеводнів мономерної будови через стадію винекнення та перебудови карбкатіонів. Утворення вуглеводнів в процесах електроокиснення карбонових кислот – продуктів деградації відпрацьованих олив є позитивним досягненням, що збільшує вихід регенованої оливи та зменшує її агресивність.

Список літератури

1. The Georgian National Investment Agency. (2015), General overview "Chemical Sector Research - Lubricating Preparations/Lubricants", available at: http://investinggeorgia.org/en/ajax/downloadFile/640/Chemical_Sector_Research_Lubricating_Preparations (Accessed 1 April 2015).
2. Венцель С. В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С. В. Венцель. – М.: Химия, 1979. – 240 с.
3. Шашкин П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел / П.И. Шашкин, И.В. Брай – М: Химия, 1970. – 303 с.
4. Ledovskykh V. M., Davydenko O. M., Rogova, E. O. Cathode reduction of aliphatic aldehydes on cadmium electrode for regeneration of used motor oils. Proceedings of the National Aviation University. 2014. № 3. 93 – 97 pp.
5. Ledovskykh V. M., Davydenko O. M. Electroreduction of aliphatic aldehydes on aluminum cathode. Proceedings of the National Aviation University. 2015. №2. 106-110 pp.
6. Томилов А. П. Электрохимия органических соединений / А. П. Томилов, С.Г. Майрановский, М.Я. Фиошин, В.А. Смирнов – Л.: Химия, 1968. – 592 с.
7. Органическая электрохимия: В двух книгах: Кн. 1/Под ред. М. Бейзера и Х. Лунда. – Пер. с англ./Под ред. В.А. Петросяна и Л.Г. Феоктистова. – М.; Химия, 1988. 469 с.
8. Lund, H., Hammerich O. (eds.). 2001. Organic Electrochemistry. 4th ed., rev. and exp. Dekker. 1406 p.
9. Davydenko O. M., Ledovskykh V. M. Carboxylic acids electrooxidation on shungite electrode. Proceedings of the National Aviation University. 2017. №1. 120-130 pp.

В.В. Даценко, к.х.н. (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ), Украина)

Особенности технологического процесса химической регенерации сульфатных медно-цинковых растворов

Рассмотрены особенности технологического процесса химического способа регенерации отработанных травильных медно-цинковых растворов. Способ включает разделения ионов меди и цинка в кислых сульфатных растворах методом цементации

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Экономия и резкое снижение уровня потерь цветных металлов при производстве готовой продукции – одна из приоритетных задач радиоэлектронной и приборостроительной отраслей промышленности, использующих процесс размерного травления меди и ее сплавов. В настоящее время отсутствуют приемлемые ресурсо- и энергосберегающие способы регенерационной утилизации и очистки отработанных технологических растворов и сопутствующих сточных вод. Растворы, содержащие >100 г/л катионов меди, цинка и других ценных соединений, накапливаются, создавая экологическую угрозу [1].

Между тем цены солей меди(II) и цинка высоки и влияют на себестоимость готовой продукции. Поэтому наиболее приемлемыми необходимо считать процессы утилизации медьсодержащих технологических растворов, позволяющих выделить катионы меди и все другие компоненты электролитов. Такой подход обеспечит максимально полную очистку воды и за счет экономии регенерированных реагентов резко сократит расходы не только очистных сооружений, а также и процессов размерного травления металлов. Поэтому разработка эффективных экономичных и малоотходных способов регенерации травильных растворов, а так же извлечение из них металлов остается актуальной и в настоящее время.

При травлении изделий из медных сплавов в травильном растворе накапливаются соли металлов, входящих в состав оксидной пленки, образующейся при нагреве в процессах горячей обработки и отжига. При травлении латуни это, в основном, соли меди и цинка. На практике для размерного травления используют хлоридные травильные растворы; для электрохимического травления – сульфатные травильные растворы. Когда критические концентрации в травильном растворе составляют, г/л: $C_{Zn}^{2+} = 30-40$, $C_{Cu}^{2+} = 10-15$, скорость травления латуни значительно замедляется, а в некоторых случаях процесс травления прекращается полностью. На практике отработанные травильные растворы сбрасываются в промышленную канализацию, что приводит к потере большого количества цветных металлов и загрязнению окружающей среды. Ежегодно в сточных водах гальванических цехов теряется более 0,46 тыс. т меди, 3,3 тыс. т цинка, десятки тыс. т кислот и щелочей [2].

Помимо указанных потерь соединения меди и цинка, выносимые сточными водами из промышленных очистных сооружений, оказывают весьма вредное влияние на экосистемы. Установлено, что соединения меди и цинка даже при малых концентрациях (0,001 г/л) тормозят развитие, а при больших (более 0,004 г/л) вызывают токсическое воздействие на водную фауну. По данным комитета экологии Украины, введена жесткая предельно-допустимая концентрация (ПДК) – 0,0024 мг/л для меди и 0,034 мг/л – для цинка [3].

Анализ исследований и публикаций. Разработанные и действующие в настоящее время технологические процессы регенерации травильных растворов после травления медных сплавов не являются надежными и имеют существенные недостатки.

В литературе известны четыре основных метода регенерации травильных растворов [4]: вытеснение металлов (цементация), осаждение, электролиз, кристаллизация при различных условиях (высаливание, криоосаждение).

Однако применение этих способов в производственных условиях бесперспективно и нерентабельно, так как метод регенерации осаждением [5, 6] очень трудоемкий и требует больших производственных помещений. Метод регенерации электролизом хоть и имеет достаточно высокие показатели по извлечению меди (90-92%), однако извлечение цинка этим методом невозможно, кроме того метод электролиза требует сложного технологического оборудования и больших затрат электричества [7].

В работах [8-10] рассмотрен способ кристаллизации высаливанием, который заключается в добавлении к раствору вещества, понижающего растворимость выделяемой соли, что вызывает пересыщение раствора и его кристаллизацию. Этот метод обеспечивает высокую степень извлечения соли из раствора и дает возможность получить продукт в чистом виде. Однако, как отмечено в работах [8, 9] метод не позволяет полностью разделить регенерируемые компоненты в растворе. Недостатком способа также является сравнительно высокая стоимость добавляемых высаливающих веществ, регенерация которых требует проведения дополнительных операций (например, ректификации и дистилляции) и связана с некоторой потерей реагента [10].

Наиболее эффективным и перспективным является метод вытеснения (цементация). Регенерация цементацией – наиболее простой по технологии процесс, заключающийся в протекании реакции замещения менее активного металла, содержащегося в растворе, более активным металлом. Данный процесс протекает с высокой скоростью, прост в исполнении, не требует сложного технологического оборудования.

В работах [4, 6, 7] при вытеснении в качестве цементаторов испытывались железо, алюминий, цинк. На алюминии процесс идёт крайне медленно, с ускорением по мере растворения оксидной плёнки. На поверхности цинка оксидная плёнка тонкая и менее устойчива, поэтому цементация идёт с большей скоростью. На железе слой оксидов является рыхлым с множеством пор, поэтому, хотя железо самый неактивный

восстановитель среди испытанных металлов, скорость цементации на нём высока.

Постановка цели исследования. Цель данной работы заключалась в оптимизации параметров процесса цементации меди цинком как одной из стадий способа регенерации отработанных раствора электрохимического травления α -латуни.

Методы исследования. Контроль содержания ионов меди и цинка в растворе после регенерации проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Сатурн» при длине волны при длине волны $\lambda_{\text{Cu}^{2+}} = 324,8$ нм, $\lambda_{\text{Zn}^{2+}} = 213,9$ нм; щель = 0,1 нм; $J = 10$ мА.

Рентгенофазовый анализ образца выполнен на порошковом дифрактометре Siemens D500 в медном излучении с графитовым монохроматором. Полнопрофильная дифрактограмма измерена с шагом $0,02^\circ$ и временем накопления 20 секунд. Для учета инструментальной функции профиля использована рентгенограмма гексаборида лантана, полученная в идентичных условиях, что необходимо для расчета микроструктурных характеристик уточняемых фаз (средний размер кристаллитов и наличие микродеформаций). Первичный поиск фаз выполнен по картотеке PDF-1 [11], после чего был выполнен расчет рентгенограмм по методу Ритвелда с использованием программы FullProf [12].

Морфологические особенности осадка изучены по методу электронно-зондового микроанализа (EPMA) на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390 LV с системой рентгеновского микроанализа INCA [13, 14]. Отклонения в определении массовых долей элементов составляли 1,5-8,5%.

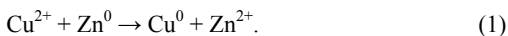
Экспериментальные результаты и их обсуждение. Предлагаемый способ регенерации отработанного травильного раствора латуни методом вытеснения обеспечивает практически полное осаждение ионов меди в виде чистого металла, что позволяет на следующей стадии электролиза выделить цинк из раствора и вернуть сульфатсодержащий раствор в технологический цикл процесса электрохимического травления α -латуни.

Известно, что цинк по электрохимическим свойствам является более активным металлом ($E^0 = -0,76$ В), чем медь ($E^0 = +0,34$ В) [15]. Следовательно, цинк вытесняет медь из кислых растворов солей меди. При этом протекает процесс восстановления ионов меди до металла. Процесс замещения ионов меди цинком протекает в кислых или слабокислых растворах. Электрохимические свойства меди и цинка были использованы для их разделения в процессе цементации.

В ходе работы были определены основные стадии способа регенерации сульфатного травильного раствора латуней: разделение ионов меди и цинка в регенерируемом растворе вытеснением меди с помощью порошка металлического цинка; разделение осадка и фильтрата; электрохимическое выделение цинка из фильтрата; возвращение в технологический процесс электрохимического травления латуней фильтрата, содержащего сульфат-ионы.

Для регенерации отработанных сульфатных травильных растворов был выбран метод цементации, основанный на добавлении в раствор, содержащий ионы цинка и меди, порошка металла-цементатора – цинка.

Общая концентрация ионов цинка в регенерируемый раствор рассчитывалась согласно уравнения



Цементацию проводили в модельных растворах с концентрацией ионов меди и цинка, соответственно, г/л: $\text{C}_{\text{Zn}^{2+}} = 103$; $\text{C}_{\text{Cu}^{2+}} = 42,97$ при pH = 2,65. Температура в начале процесса цементации составляла 26-32 °С, по завершению – 24-27 °С в течение 4-5 часов. Полное вытеснение меди из раствора возможно при полуторном избытке цинка по сравнению со стехиометрическим количеством. При таком соотношении меди и цинка происходит практически полное восстановление ионов меди в регенерируемом растворе, однако одновременно происходит выделение газа. Это может свидетельствовать об избытке добавляемого цинка и его растворении в кислой среде. Для устранения этого явления pH регенерируемого раствора предварительно повышали до 3,25 путем добавления аммиачной буферной смеси. Дальнейший сдвиг pH в щелочную область вызывает процесс комплексообразования ионов меди с аммиаком. При указанном сдвиге pH газовыделение после окончания цементации не наблюдается и процесс полного восстановления ионов меди в регенерируемом растворе происходит при соотношении $\text{Cu}^{2+} : \text{Zn}^0 = 1 : 1,1$.

Для определения оптимального соотношения количеств добавляемого цинка на стадии цементации были выбраны промежутки соотношения меди и цинка $\text{Cu}^{2+} : \text{Zn}^0 = 1 : (1,07-1,09)$ (таблица 1).

Таблица 1

Результаты определения оптимального соотношения $\text{Cu}^{2+} : \text{Zn}^0$ на стадии вытеснения

№ опыта	Соотношение $\text{Cu}^{2+} : \text{Zn}^0$		Концентрации ионов металлов в фильтрате, г/л	
	Cu^{2+}	Zn^0	Cu^{2+}	Zn^{2+}
1	1	1,07	0,996	132
2	1	1,08	0,006	151
3	1	1,09	0,009	132

Контроль содержания ионов меди и цинка в фильтрате проводили путем атомно-абсорбционного анализа. Как видно из полученных результатов более полное разделение металлов происходит в опыте 2 (табл. 1). Фильтрат, полученный после отделения осадка, подвергают электролизу, в ходе которого удаляют остаточные количества меди из фильтрата и катодно осаждают цинк. Образующийся в результате электролиза сульфатсодержащий электролит

может быть вновь использован в качестве травильного раствора электрохимического травления α -латуни.

Для установления состава и структуры полученного в результате цементации осадка (опыт 2 табл. 3), был проведен рентгенофазовый анализ и электронно-зондовый микроанализ.

Исследованный образец является неоднородным. Основными компонентами в образце являются Cu (фаза I), куприт Cu_2O (фаза II) и $(\text{Zn}(\text{OH})_2)_3(\text{ZnSO}_4)(\text{H}_2\text{O})_5$ (фаза III). Массовая доля фаз в образце осадка, вес %: (I) – 56, (II) – 42, (III) – 2,0.

Элементный состав образца осадка согласно электронно-зондовому микроанализу составляет, %: Cu – 97,274; Zn – 2,441; S – 0,285, что практически полностью совпадает с результатами рентгенофазового анализа.

Способ регенерации отработанных медно-цинковых сульфатных растворов на основе контактного вытеснения меди цинком. В ходе работы были определены основные стадии способа регенерации сульфатного травильного раствора латуни, представленные схемой на рис. 1. Предлагаемый способ заключается в регенерации отработанных медно-цинковых растворов, которые из емкости 1 поступают на первую ступень очистки в отделение 2 для контактного вытеснения ионов меди порошком цинка, поступающим через дозатор 3 из резервуара 4. Цементацию меди в отделении 2 проводят при перемешивании и при постоянной температуре 298 К, с использованием терморегулятора 5. Осадок металлической меди после декантации и отстаивания в отстойнике-распределителе 6, отправляют на утилизацию. Поток фильтрата цинкового купороса из отстойника-распределителя 6 насосом 7 направляют в электролизер 8 для выделения цинка. Процесс проводят при интенсивном перемешивании раствора, так как скорость выделения цинка в таких растворах ограничена стадией транспорта разряжающихся частиц к катоду. Восстановленный в камере 8 цинк отделяют от раствора и направляют на регенерацию в отделение 2.

При электролизе раствора цинкового купороса происходит не только выделение цинка на катоде, но и наработка в анодном пространстве сульфатной кислоты. Поэтому оставшийся в камере 8 раствор, содержащий сульфат-ионы, откачивают через насос 9 в вакуумный испаритель 10, где объем раствора сульфатной кислоты в растворе доводят до значения, требуемого в технологическом процессе. После этого полученный раствор кислоты корректируют концентрированной сульфатной кислотой (96 %) до значений, требуемых технологическим регламентом, и возвращают в технологический процесс.

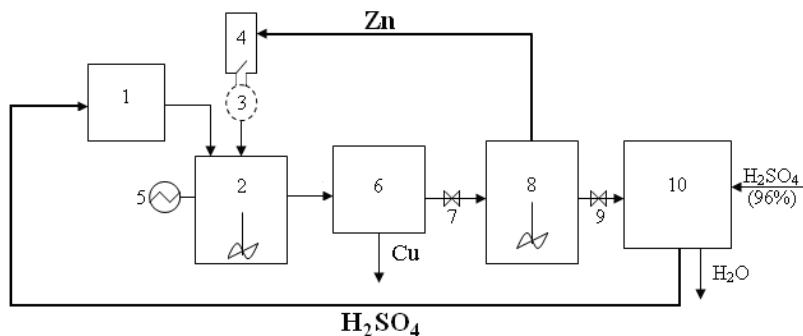


Рис. 1. Схема способа получения меди при регенерации отработанных медно-цинковых сульфатных растворов: 1 – емкость с отработанным медно-цинковым электролитом; 2 – отделение контактного вытеснения ионов меди; 3 – дозатор; 4 – резервуар с цинковым порошком; 5 – терморегулятор; 6 – отстойник-распределитель; 7, 9 – насосы; 8 – электролизер; 10 – вакуумный испаритель.

Выводы

В результате проведенных исследований процесса вытеснения цинком ионов меди из сульфатных растворов установлено, что разделение меди и цинка наблюдается при соотношении $\text{Cu}^{2+} : \text{Zn}^0 = 1 : 1,08$.

Восстановленный методом цементации осадок состоит из нескольких фаз: Cu, куприта Cu_2O и $(\text{Zn}(\text{OH})_2)_3(\text{ZnSO}_4)(\text{H}_2\text{O})_5$.

Разработан малоотходный ресурсосберегающий технологический способ регенерации отработанных сульфатных медно-цинковых растворов на основе контактного вытеснения меди цинком. Определены и оптимизированы основные его стадии, позволяющие интенсифицировать цементацию и провести более полное извлечение меди из раствора.

Список литературы

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I–IV группы. Справ. изд. / Под ред. В. А. Филова и др. – Ленинград: Химия, 1989. – 592 с.
2. Гарбер М. И. Ресурсосберегающая технология гальванических покрытий / М. И. Гарбер. – М.: Машиностроение, 1988. – 58 с.
3. Степановских А. С. Охрана окружающей среды: Учебник для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 559 с.
4. Гопиус А. Е. Травление латуней и методы регенерации травильных растворов / А. Е. Гопиус, Г. С. Постников. – М.: Обработка цветных и редких металлов, 1962. – 51 с.

5. Смирнов А. Д. Методы физико-химической очистки воды. Очистка природных и сточных вод: Обзорная информация / Смирнов А. Д. – М.: ВИТИЦ, 1985. – Вып. 18. – 112 с.
6. Наумов В. И. Утилизация шламов гальванических производств. / Ю. И. Наумов, А. Л. Галкин, Т. В. Сазонтьева // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2009. – № 3. – С. 36 - 40.
7. Кругликов С. С. Регенерация раствора травления меди в производстве печатных плат методом мембранного электролиза / С. С. Кругликов, Д. Ю. Тураев, А. М. Бузикова // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2009. – № 1. – С. 40 - 48.
8. Хамский Е. В. Кристаллизация в химической промышленности / Е. В. Хамский. – М.: Химия, 1979. – 343 с.
9. Матусевич Л. Н. Кристаллизация из растворов в химической промышленности / Л. Н. Матусевич. – М.: Химия, 1968. – 304 с.
10. Пат. 2029790 Российская Федерация, МПК⁷ C22B3/38, C22B15:00, C22B19/00. Способ разделения меди и цинка в слабокислых растворах / Смирнов В. Ф., Буров В. И., Чечулин В. И. Заявл. 08.07.1992; опубл. 27.02.1995.
11. JCPDS PDF-1 File. International Committee for Diffraction Data, release 1994. PA, USA.
12. Rodriguez-Carvajal J., Roisnel T. FullProf.98 and WinPLOTR: New Windows 95/NT Applications for Diffraction. Commission for Powder Diffraction, International Union of Crystallography, Newsletter №20 (May-August) Summer 1998.
13. Гоулдстейн Д. Практическая растровая микроскопия / Д. Гоулдстейн, Х. Яковиц. – М.: Мир, 1978. – 398 с.
14. Электронно-зондовый микроанализ / Под ред. И. Б. Боровского. М.: Мир, 1974. – 205 с.
15. Справочник химика. Т. III. – М. – Л.: Химия, 1964. – 1006 с.

*О.С. Калахан, д.т.н., професор,
О.І. Лакіш, аспірант
(Львівський національний аграрний університет, Україна, м. Львів)*

Корозійно-ерозійна поведінка іонно-плазмових нітридних покриттів на сталі

Оцінено корозійно-ерозійні властивості покриттів із нітридів титану та хрому на сталі 20Х13, отриманих конденсацією з іонним бомбардуванням (КІБ) у розчинах NaCl різної агресивності.

Покращити зносотривкість деталей машин сільськогосподарського призначення, що працюють за умов абразивного зношування, корозивних середовищ, підвищених температур [1], можна різноманітними технологічними методами. З-поміж цих методів особливе місце займають іонно-плазмові технології [2 – 6]. До переваг вакуумних іонно-плазмових технологій відносять можливість нанесення високотвердих (понад 2 ГПа) щільних покриттів на поверхню різних матеріалів із високою адгезією [2, 3, 4]. Технологія дозволяє наносити багатошарові покриття (загальною товщиною до 50 мкм) з унікальними властивостями [5, 6]. При цьому підвищується корозійна стійкість, втомна міцність. Однак вплив покриттів, отриманих цим методом, на корозійно-ерозійну поведінку конструкційних сталей в агресивних хлоридовмісних середовищах з'ясовано недостатньо.

Постановка завдання. Для з'ясування особливостей перебігу корозії обладнання переробних виробництв (плівковий характер корозії, під тонким шаром електроліту), оцінки впливу модифікування іонно-плазмовими покриттями поверхневих шарів сталі на її корозійно-ерозійну поведінку в середовищах різної агресивності необхідно з'ясувати особливості поведінки поверхнево модифікованої сталі у розчинах NaCl різної агресивності (від 0,3% до насиченого розчину)

Виклад основного матеріалу. *Методика експерименту.* Модифікування поверхні сталі 20Х13 здійснено методом конденсації з іонним бомбардуванням (метод КІБ) на установці „Булат-6” [5, 6]. Товщина шарів задавалася часом конденсації. Нанесено багатошарові нітридне (символічний запис “конструкції” $\{\alpha\text{-Ti} + \text{TiN}\} \times 5$) та нітриднохромове (шари Cr малої товщини ($\sim 0,1$ мкм) та шари $(\text{TiCr})\text{N}$ завтовшки ~ 1 мкм покриття (символічний запис “конструкції” $\{\text{Cr} + (\text{TiCr})\text{N}\} \times 10$).

Морфологія поверхонь багатошарових покриттів $\{\alpha\text{-Ti} + \text{TiN}\} \times 5$ та $\{\text{Cr} + (\text{TiCr})\text{N}\} \times 10$ визначально впливає на їх захисні властивості, корозійно-ерозійні характеристики яких оцінено електрохімічно-корозійними випробуваннями у розчинах NaCl різної агресивності (від 0,3 %-ого до насиченого за кімнатної температури розчину, ~ 28 %), що моделювало особливості перебігу корозії обладнання переробних виробництв (плівковий характер корозії, під тонким шаром електроліту) . Електрохімічні показники

фіксували за стаціонарних умов і за механічної депасивації поверхні, що моделювало ерозійне зношування сталі та сталі з іонно-плазовими покриттями краплями конденсату. В якості електрохімічних критеріїв використано значення потенціалів корозії E_{corr} (стаціонарний потенціал), струми контактних гальванопар. Струми контактних макрогальванопар, які можливі між матеріалом підкладки та захисними покриттями при порушенні їх цілісності, а також за наявності наскрізних пір і дефектів покриття вимірювали компенсаційним методом.

Аналіз отриманих результатів. Аналіз результатів вимірів зміни електродного потенціалу E_{corr} (рис.) засвідчив, що поверхня зразків із сталі 20X13 зі збільшенням часу витримування в 0,9 % розчині NaCl активується (монотонне зміщення E_{corr} від $-0,05$ до $-0,17$ В) [9].

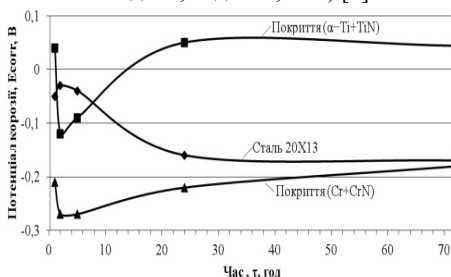


Рис. Зміна потенціалу корозії сталі 20X13 і сталі з багат шаровими покриттями у 0,9% р-ні NaCl.

Із досліджених варіантів нітридних покриттів для системи сталь – покриття 20X13 + $\{\alpha\text{-Ti} + \text{TiN}\}$ зафіксовано додатне значення E_{corr} , для системи 20X13 + $\{\text{Cr} + (\text{TiCr})\text{N}\}$ – від’ємне. Це свідчить, насамперед, про вищу термодинамічну стійкість зразків із покриттями з нітриду титану та, ймовірно, його кращі корозійнозахисні властивості. Немонотонна зміна потенціалу E_{corr} на досліджених зразках із покриттями (знешляхетнення \leftrightarrow ушляхетнення) опосередковано свідчить про дефектність покриттів і розвиток процесів, пов’язаних із зародженням та заліковуванням (пасивуванням) осередків корозії. Стабілізоване значення електродного потенціалу системи 20X13 + $\{\alpha\text{-Ti} + \text{TiN}\}$ після трьох діб витримування (72 год.) – $+0,046$ В.

Механічна депасивація поверхні зразків із матричної сталі 20X13 суттєво знешляхетнює стаціонарне значення потенціалу E_{corr} ($-0,33$ В) та зразків системи 20X13 + $\{\alpha\text{-Ti} + \text{TiN}\}$ ($-0,21$ В). Зсув ΔE_{corr} становить для них відповідно $0,16$ В та $0,26$ В, що підтверджує наявність на поверхні цих зразків окисної плівки, депасивація якої інтенсифікує корозійний процес. Механічна депасивація поверхні системи сталь 20X13 із покриттям $\{\text{Cr} + (\text{TiCr})\text{N}\}$ практично не змінює величину E_{corr} ($-0,19$ В). Зазначимо, що після механічної депасивації матеріал підложки (сталь 20X13) має найбільш від’ємне значення стаціонарного потенціалу ($E_{corr} = -0,33$ В), порівняно з дослідженими покриттями.

Отже, в гальванопарі з дослідженими варіантами покриттів сталь 20Х13 буде анодом. Механічна депасивація поверхонь, збільшуючи загальний струм, буде підсилювати рівномірну корозію розглянутих систем сталь–покриття, подавляючи цим пітингоутворення. Тому, за наявності ерозійних процесів, малоімовірним буде утворення вогнищ локальної корозії на поверхнях, що будуть під дією анодних потенціалів. Функціонування гальванопар, високоїмовірно, буде інтенсивніше проявлятися за стаціонарних умов.

Висновки

1. Нанесення багат шарових нітридних $\{\alpha\text{-Ti} + \text{TiN}\} \times 5$ та $\{\text{Cr} + (\text{TiCr})\text{N}\} \times 10$ покриттів на сталь 20Х13 сприяє появі гальванопар (макро-, мікро-) між ними та матеріалом підкладки, що може підсилювати пітингову корозію сталі. Механічна депасивація поверхні, збільшуючи загальний струм, підсилює рівномірну корозію, чим гальмує утворення пітингів, ймовірність яких значно зростає за умов функціонування гальванопар (стаціонарний стан).
2. Встановлено, що покриття, будучи катодними щодо матеріалу підкладки (сталь 20Х13), захищають сталь від електрохімічної корозії, а їх ефективність визначається структурою захисного шару та зростає зі зменшенням її дефектності.

Список літератури

1. Сухенко, Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв / Ю. Г. Сухенко, О. А. Литвиненко, В. Ю. Сухенко // Підручник. – К.: НУХТ, 2010. – 430 с.
2. Мацевитый В. М. Покрyтия для режyщих инструментов / В. М. Мацевитый. – Харьков: Вища школа, 1987. – 128 с.
3. Калахан О. С. Адгезійні властивості покриття TiN, осаdженого на сталь із сепарованого плазмового потоку / О. С. Калахан, О. І. Лакіш // Теорія і практика агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. форуму, 23-25 вересня 2015 року, – Львів, 2015. – С. 295–298.
4. Калахан О. С. Оцінка адгезії вакуумно-плазмового покриття на основі нітридів титану на сталі 40Х13 // О. Калахан, О. Лакіш, К. Вакуленко // XII-ий міжнар. симп. укр. інж.-мех. у Львові. Тези доповідей. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2015. – С. 113.
5. Закономірності електрохімічної поведінки нітридних покриттів на сталі в модельних середовищах переробного виробництва / О. Калахан, І. Казак, О. Лакіш, К. Вакуленко // VII укр. з'їзд з електрохімії: тези доповідей. – Харків: Нац. техн. ун-т «Харк. політехн. ін-т», Харк. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна, Ін-т заг. та неорг. хімії ім. В.І. Вернадського. – 2015. – С. 179–180.
Калахан О. Вплив поверхневого модифікування іонно-плазмовими технологіями титанових сплавів на їх корозійну тривкість / О. Калахан, Г. Веселівська, О. Лакіш. // Вісник ЛНАУ: агроінженерні дослідження. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2015. – № 19. – С. 60–66.

*Г.В. Каракуркчі, к.т.н., М.В. Ведей, д.т.н, проф., М.Д. Сахненко, д.т.н., проф.,
О.В. Галак, к.т.н, С.М. Меньшов, О.В. Матикін, С.І. Руднева, к.т.н, доц.
(Національний технічний університет "ХПІ", Україна)*

Оксидні каталітичні системи на вентильних металах в екотехнологіях

Розглянуті особливості формування оксидних покривів на вентильних металах (алюміній та титані) методом плазово-електролітичного оксидування. Досліджено вплив режимів обробки на склад та морфологію синтезованих поверхневих шарів. Окреслено перспективи використання одержаних каталітичних систем у технологіях знешкодження токсичних речовин.

Інтенсивна господарська діяльність і збільшення виробничих потужностей різних галузей промисловості призводять до зростання забруднення повітряного і водного басейну різноманітними токсичними речовинами. Це обумовлює необхідність проведення заходів з нейтралізації (знешкодження) природних й техногенних токсикантів із застосуванням ефективних та доступних каталізаторів. На жаль, немає універсального засобу, що дозволяє вирішити окреслену проблему. Проте серед безлічі сучасних матеріалів увагу дослідників привертають оксидні каталітичні системи на вентильних металах, зокрема титані та алюміній. Такі покриви володіють широким комплексом поліфункціональних властивостей (корозійна тривкість, механічна міцність), не піддаються шкідливому впливу каталітичних отрут, тривалий час можуть експлуатуватися в умовах надвисоких температур та тиску зі збереженням високої каталітичної активності. Перевага при цьому надається формуванню нанорозмірних систем нестехіометричного складу з високим ступенем розвинення поверхні, що є передумовою вищої каталітичної активності. Пришвидження електрохімічних та хімічних реакцій, які відбуваються при знешкодженні токсидів різного походження, відбувається за рахунок збільшення питомої поверхні каталізатора та зростає зі ступенем відхилення від стехіометрії.

Ефективним способом формування оксидних покривів на вентильних металах та сплавах на їх основі є плазово-електролітичне оксидування (ПЕО) [1]. Цей метод дозволяє в одному процесі одержувати оксидну матрицю основного металу, в яку інкорпоровані каталітично активні оксиди металів-допантів різної стехіометрії [2, 3]. Під час попередніх досліджень встановлено, що матеріал металу-носія та тип електроліту, що використовується, безпосередньо впливають як на особливості реалізації технологічного процесу одержання оксидних покривів, так і на склад та властивості каталітичного матеріалу [4].

Метою роботи ставилося дослідження формування оксидних покривів ПЕО сплавів алюмінію та титану в пірофосфатних електролітах, що містять солі перехідних металів (Co, Mn).

Методика досліджень. Для формування оксидних покривів використовували прямокутні зразки сплавів АК12М2МгН та ВТ1-0, склад яких

наведений у табл.1. Робоча площа зразків становила 0,2–1,0 дм². Підготовка поверхні включала шліфування наждачним папером, знежирення, травлення, промивання водою.

Таблиця 1

Склад оброблюваних сплавів, мас.%

Сплав	Al	Si	Cu	Ni	Mg	Mn	Fe	Zn	Ti	Інші елементи
BT1–0	–	0,1	–	–	–	–	<0,25	–	99,2–99,7	<0,4
AK12M2MgH	79,0–84,8	11,0–13,0	1,5–3,0	0,8–1,3	0,8–1,3	0,3–0,6	<0,8	<0,5	<0,2	Pb < 0,1 Sn < 0,02 Cr < 0,2

Схема дослідної установки для проведення ПЕО включала електрохімічну комірку із примусовим перемішуванням та охолодженням робочого розчину, стабілізоване промислове джерело постійного струму Б5-50, високоомний вольтметр для контролю напруги процесу обробки. Склад електролітів та режими ПЕО наведені у табл. 2. Стадії ПЕО спостерігали та фіксували візуально за показниками приладів.

Таблиця 2

Склад електролітів та режими формування покривів

Параметр	Електроліт 1	Електроліт 2	Електроліт 3	Електроліт 4
Характеристика електролітів				
Концентрація компонентів, моль/дм ³				
K ₄ P ₂ O ₇	0,2–0,6	–	0,3	1,0
CoSO ₄	0,05–0,2	–	0,1	–
NaOH	–	0,005–1,0	–	–
KMnO ₄	–	0,05–0,2	–	–
MnSO ₄	–	–	–	0,1–0,3
Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇	–	–	0,1	–
pH	10,5–11,5	10,0–12,0	9,0	8,6–9,0
t, °C	20–25	25–30	20–25	20–25
Режим обробки				
Матеріал	AK12M2MgH		BT1-0	
Густина струму, i, А/дм ²	3–5	10–20	1–5	1–5
Напруга U, В:				
іскріння	115–120	120–130	80	65
максимальна	140–160	180–240	130–140	120–130
Час обробки, хв	30			

Товщину одержаних оксидних систем встановлювали гравіметрично з наступною верифікацією одержаних результатів з використанням мікрометру.

Морфологію поверхневих шарів досліджували з використанням сканівного електронного мікроскопу ZEISS EVO 40XVP. Хімічний склад оксидних покривів визначали за допомогою енергодисперсійного спектрометра INCA Energy 350.

Обговорення результатів. Хронограми напруги ПЕО при формуванні на сплавах алюмінію та титану оксидних покривів у розроблених електролітах (табл. 1) мають класичний вид і розділені на характерні області (рис. 1 а): доіскрову (I), іскрову (II), мікродугову (III), дугових розрядів (IV).

Напруга формування стрімко зростає у перші 2–3 хвилини процесу ПЕО, а залежність $U-t$ у доіскровій області (рис. 1 а, I) є майже лінійною для всіх електролітів та підкладок завдяки формуванню бар'єрних оксидів TiO_2 або Al_2O_3 . Пробою діелектричних плівок відповідає початок іскріння (рис. 1 а, I–II), та зростання напруги дещо гальмується, що пояснюється конкуруванням пробою та регенерації бар'єрного оксиду. На цьому етапі починаються термохімічні реакції, які саме і забезпечують інкорпорацію компонентів електроліту до складу оксидного шару, що формується.

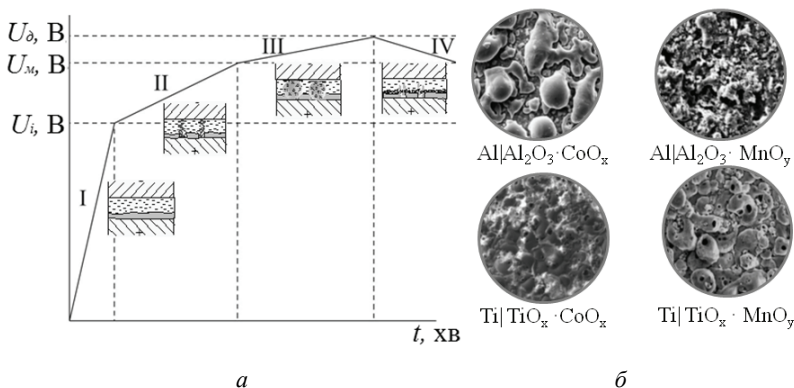


Рис. 1. Хронограма напруги ПЕО (а) та морфологія оксидних покривів, сформованих на сплавах алюмінію та титану (б)

Встановлено, що характеристики цієї початкової стадії ПЕО (час початку іскріння t_i і напруга іскріння U_i) залежать від природи оброблюваного матеріалу та складу електроліту. ПЕО сплаву ВТ1-0 характеризується меншим часом виходу на режим іскріння та нижчою напругою початку іскріння, чим показники окисдування сплаву алюмінію. Це пояснюється більш високим питомим опором Al_2O_3 порівняно з оксидами титану, а також наявністю значної кількості легуючих домішок, зокрема кремнію, у складі АК12М2МгН.

Стабілізація процесу ПЕО вентильних металів відбувається в області стійкого іскріння (рис. 1 а, II). Інкorporація оксидів перехідних металів до складу поверхневих шарів візуалізується появою ділянок довільної форми фіолетового (для кобальту) та чорного (для мангану) кольору. Напруга іскріння для сплаву алюмінію також є вищою у порівнянні з титаном.

Найбільш інтенсивно інкорпорація допантів до оксидного шару відбувається у мікродуговому режимі (рис. 1 а, III), за умов практично незмінної напруги обробки. Поступово оксиди перехідних металів рівномірно вкривають майже всю поверхню оброблюваного зразка. Саме цей режим є оптимальним для синтезу рівномірних оксидних покривів із найвищим вмістом допантів (табл. 3). Слід уникати переходу ПЕО у дуговий режим (рис. 1 а, IV), коли може відбуватися руйнування оксидного шару потужними дугами полей високої напруженості.

Таблиця 3

Склад оксидних покривів, мас. % [5–7]

Оксидна система	Вміст компонентів
$\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{MnO}_y$	O – 61–62; Al – 2,75–3,85; Si – 0,4–0,9; Mn – 33–36
$\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CoO}_y$	O – 26–55; Al – 33–49; Si – 1,8–2,8; Co – 8,7–23,6
$\text{TiO}_x\cdot\text{MnO}_y$	O – 43–54; Ti – 30–40; P – 7–10; Mn – 6–10
$\text{TiO}_x\cdot\text{CoO}_y$	O – 44–56; Ti – 28–35; P – 8–11; Co – 5–7

Включення допантів до складу синтезованих оксидних систем змінює морфологію поверхні оброблюваних матеріалів (рис. 1 б). В результаті ПЕО сплаву AK12M2MgH в електроліті 1 утворюються керамікоподібні мозаїчні структури. Інкorporація кобальту до складу покривів починається з виникнення окремих сфероподібних утворень характерного синьо-фіолетового кольору. В процесі обробки такі острівкові структури агломеруються і вкривають всю поверхню зразка [5, 7]. В той же час ПЕО сплаву AK12M2MgH в електроліті 2 дозволяє збагачувати поверхневий шар нестехіометричними оксидами мангану, що сприяє формуванню мікроглобулярної структури [3, 7]. Плазмово-електролітичне оксидування BT1-0 в електролітах 3 та 4 забезпечує утворення емалеподібної рівномірної поверхні, яка складається зі сфероїдальних зерен, які чергуються із характерною для оксидів титану трубчастою мікропоруватою структурою [2].

Високий ступінь розвинення поверхні під час ПЕО алюмінію та титану підтверджений результатами дослідження топографії поверхні одержаних оксидних покривів методом сканівної зондової мікроскопії [5].

Синтезовані оксидні матеріали тестували у модельних реакціях окиснення CO і бензолу [4]. Доведена їх висока каталітична активність, що не поступається контактам із вмістом коштовних металів [6, 7].

Стендові випробування одноциліндрового дизеля зі сформованих каталітичним покриттям поверхні камери згоряння поршня (системи $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CoO}_x$, $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{MnO}_y$), які показали, зниження годинної витрати палива та зменшенні кількості токсичних викидів на форсованих режимах роботи двигуна [8].

Висновки. ПЕО сплавів алюмінію та титану в електролітах з додаванням солей Со та Мп дозволяє одержувати покриття змішаними оксидами різного складу та морфології. Вміст компонентів-допантів у матриці основного металу залежить від складу електроліту та режимів плазово-електролітичного оксидування. Змішані оксидні системи характеризуються розвинутою глобулярною поверхнею та високими каталітичними властивостями, що дозволяє рекомендувати їх для знешкодження токсикантів різного походження.

Список літератури

Суминов И. В. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов / И. В. Суминов, П. Н. Белкин, А. В. Эпельфельд и др. – М.: Техносфера, 2011. – 464 с.

Сахненко Н. Д. Конверсионные и композиционные покрытия на сплавах титана : монографія / Н.Д. Сахненко, М. В. Ведь, М. В. Майба. – Харьков : НТУ “ХПИ”, 2015, 176 с.

Ведь М. В. Формирование покрытий оксидами марганца и кобальта на сплавах алюминия / М. В. Ведь, Н. Д. Сахненко // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – №10. – С.36 – 40.

Ведь М. В. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами: електрохімічний синтез, прогнозування властивостей: монографія / М. В. Ведь, М. Д. Сахненко. – Харків, 2010. – 272 с.

Ved' M. V. Synthesis of Catalytic Cobalt-Containing Coatings on Alloy Al25 Surface by Plasma Electrolytic Oxidation / M. V. Ved', A. V. Karakurkchi, N. D. Sakhnenko, A.S. Gorohivskiy // Chemistry, Physics and Technology of Surface. – 2017. – Vol. 82, No. 1. – P. 73–79. doi: 10.15407/hftp08.01.073.

Sakhnenko N. A study of synthesis and properties of manganesecontaining oxide coatings on alloy VT1–0 / N. Sakhnenko, M. Ved, A. Karakurkchi, A. Galak // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 3/5 (81). – P. 37 – 43. doi: 10.15587/1729-4061.2016.69390

Sakhnenko, N. D. Formation of coatings of mixed aluminum and manganese oxides on the AL25 alloy [Text] / N. D. Sakhnenko, M. V. Ved', D. S. Androshchuk, S. A. Korniy // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2016. – Vol. 52, Issue 2. – P. 145 – 151. doi: 10.3103/S1068375516020113

Парсаданов І.В. Підвищення екологічності дизелів шляхом внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин відпрацьованих газів / І. В. Парсаданов, М. Д. Сахненко та ін. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2016. – №2. – С. 63–67. doi: 10.20998/0419-8719.2016.2.12

Розробка технологічних принципів створення композиційних матеріалів на основі наночастинок кобальту в матриці полістиролу

Отримані нові наноконпозиційні матеріали з заданими характеристиками наночастинок кобальту (розмір, форма, склад, локалізація частинок на поверхні). Показана можливість використання наноконпозиційних матеріалів (НКМ) як потенціометричних сенсорів, чутливих до іонів кобальту в водних розчинах. Виготовлені електроди мають задовільні метрологічні характеристики.

Вступ.

До наноструктурних матеріалів відносяться матеріали, в яких один або більше розмірів лежать в нанометровому діапазоні, при цьому зменшення розміру частинок нижче деякої граничної величини може призводити до значної зміни властивостей.

Серед наноструктурних матеріалів особливе місце займають полімерні композиції з ультрадисперсним металевим наповнювачем, або як їх ще називають наноконпозиційні матеріали (НКМ), які знаходять широке застосування в електронній промисловості при створенні струмопровідних паст і клеїв для холодної пайки деталей електронних приладів, фото- і рентгенорезисторів, що екранують покриттів для захисту від електромагнітних випромінювань, гнучких кабелів і ін.

У даній роботі проведено дослідження синтезу наночастинок кобальту, стабілізованих на поверхні субмікросфер полістиролу методом хімічного відновлення з розчину. Проведено дослідження отримання полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) типу кобальт / полістирол методом хімічної металізації гранул промислового полістиролу (ПС) з метою виготовлення хімічного сенсора на його основі, чутливого до іонів кобальту в водних розчинах, і визначення фізико-хімічних і електродних характеристик отриманих ПКМ.

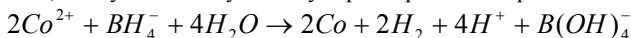
Експериментальна частина.

В якості полімерної матриці використовували промислові гранули полістиролу марки ПСЕ-1 і полістирольні субмікросфери. Субмікросфери полістиролу були отримані методом беземульгаторної полімеризації стиролу в присутності персульфата калію в якості ініціатора за методикою [1, 2].

Очищення полімерних суспензій проводили методом ультрафільтрації на ультрафільтраційній комірці типу ФМ-100. Цей метод дозволяє видаляти більшість водорозчинних домішок.

З метою визначення можливості регулювання основних характеристик НРЧ (нанорозмірна частинка) металу (таких як склад, просторова локалізація і розмір) були отримані зразки, синтез яких проводився при різній техніці подачі розчину солі кобальту в реакційну суміш.

Процес хімічного відновлення Co^{+2} з розчину, який використовується в даній роботі, описується наступним сумарним рівнянням реакції:



ПКМ Со/ПС були отримані методом хімічної металізації частинок полімеру [4, 5]. Як відновники використовували гіпофосфіт і борогідрид натрію.

Розміри і форму частинок кобальту на поверхні субмікросфер полістиролу і гранул промислового полістиролу визначали методами електронної мікроскопії з використанням скануючого електронного мікроскопа (JSM T-300, Японія) і просвічуючої електронної мікроскопії на установці JEM 100В фірми JEOL (РФА).

Результати та їх обговорення.

У даній роботі були проведені дослідження техніки синтезу наночастинок кобальту на поверхні мікросфер полістиролу без попередньої підготовки поверхні методом хімічного відновлення з розчинів, з цієї метою були отримані дослідні зразки.

Фазовий склад НКС визначався за допомогою РФА (рентгенофлуоресцентний аналіз) (рис.1)

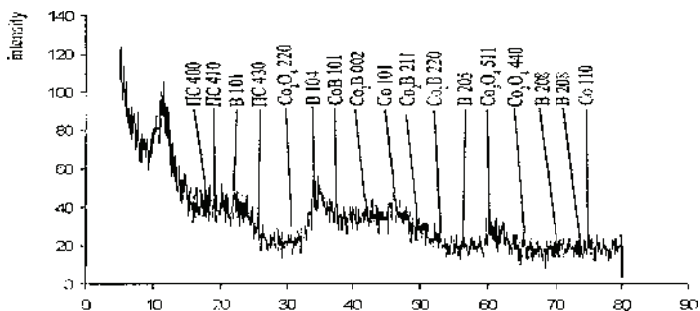


Рис.1 Спектр РФА нанокomпозиційного матеріалу Со/ПС

За експериментальними даними було зроблено розрахунок щільності зразків НКМ і металізованих полімерних композиційних матеріалів. За розрахунковими значеннями густини в зразках композитів графічно визначалося об'ємний зміст і розраховувалося масовий вміст металу.

Об'ємний вміст металу перераховувався в масовий за формулою:

$$W_{\text{мас}} = (\rho_{Co} \times W_{об}) / \rho_{ПКМ}$$

де: ρ_{Co} - густина кобальту, яка дорівнює 8,9 г/см³ [7]; $W_{об}$ - об'ємний вміст металу в ПКМ; $\rho_{ПКМ}$ - густина полістиролу, яка дорівнює 1,05 г/см³ [6].

Дослідження структури поверхні металізованих сфер полістиролу проводили за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу. На рис. 2 представлені мікрофотографія і гістограма розподілу за розмірами наночастинок кобальту, отриманих на початковій стадії синтезу НКМ (крапельне введення 20 мл розчину CoCl_2 в реакційне середовище) в результаті якої на поверхні субмікросфер утворюються кластери-зародки.

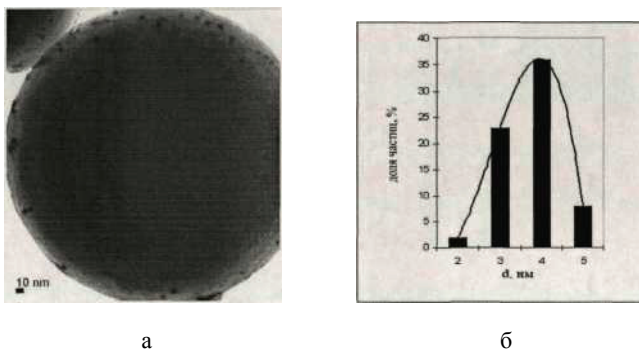


Рис.2 ТЕМ мікрофотографія і гістограма розподілу за розмірами НКМ на початковій стадії синтезу

Мікрофотографії неферичних наночастинок кобальту представлені на рис.2. Отримання анізотропних за формою наночастинок синтетичними методами на сьогоднішній день є досить актуальним завданням, тому що теоретично не опрацьовано, як необхідно організувати процес, щоб отримувати частки тієї чи іншої форми.[5, 6].

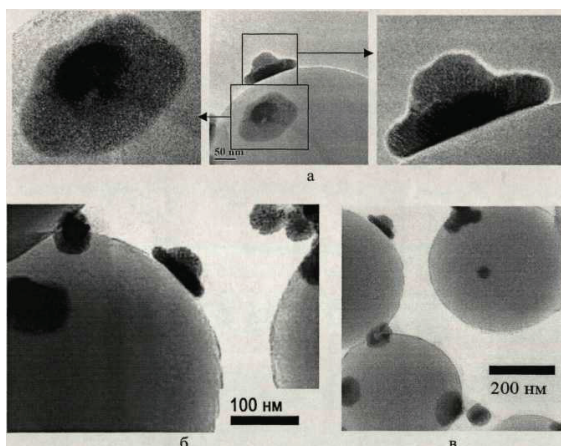
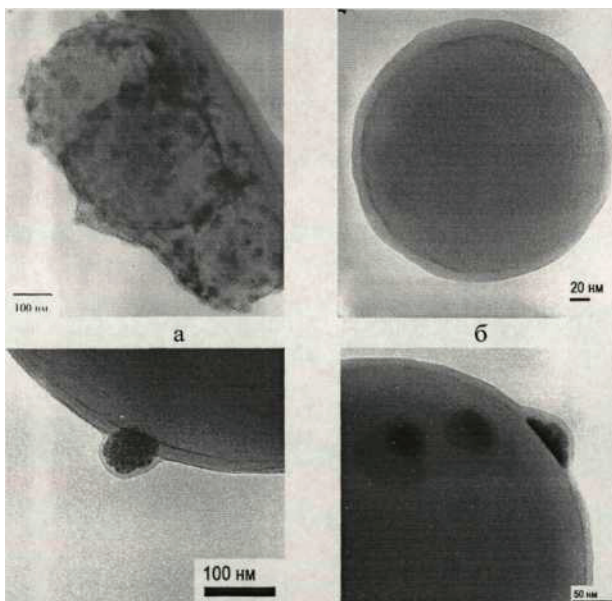


Рис.3 HRTEM і TEM мікрофотографії несферичних наночастинок Co на поверхності мікросфер ПС

Було виявлено, що отримані зразки НКМ, що зберігаються протягом 2-х місяців у водному розчині, міняли своє забарвлення від темно-серого до темно-зеленого кольору, розчин набував гелеподібної структури. Мікрофотографія даного зразка НКМ представлена на рис.4а.



В роботі була досліджена можливість стабілізації НКМ. Проведено обробку НКМ розчином стеаринової кислоти в етиловому спирті, після якої на поверхні мікросфер була утворена оболонка (рис. 4 б, в, г). Видно, що НКМ як би нанокapsуловані і товщина оболонки не перевищує 20 нм. Дослідження показали, що оброблені розчином стеаринової кислоти НКМ зберігали характеристики протягом 2-х місяців.

Висновки

1. Встановлена можливість отримання наночастинок кобальту на поверхні субмікросфер полістиролу (без попередньої активації полістиролу).
2. Встановлено, що для гарантованого отримання наночастинок кобальту на поверхні субмікросфер полістиролу необхідно контролювати співвідношення концентрацій реагентів, а отже і швидкість хімічної реакції. Перевищення концентраційного порога по одному з реагентів

призводить до гомогенної конденсації в об'ємі. При цьому зародки не встигають провзаємодіяти з поверхнею субмікросфер полістиролу, тому що енергія цієї взаємодії очевидно досить мала і обумовлена, по всій ймовірності, надлишковою поверхневою енергією, для частинок такого малого розміру.

3. Визначено способи регулювання складу, просторової локалізації, розмірів і форми утворюються наночастинок кобальту шляхом зміни техніки введення відновлюваної речовини в реакційне середовище.
4. Досліджено можливість стабілізації отриманих наноконпозиційних матеріалів шляхом створення захисної оболонки.

Список літератури

1. Бартенев Г. М. Физика полимеров / Г. М. Бартенев, Я. Френкель. - Ленинград : Химия, 1990.
2. Браун, Д. Практическое руководство по синтезу и исследованию свойств полимеров / Д. Браун, Г. Шердрон, В. Керн . - М. : Химия, 1976.
3. Вансовская, К. М. Металлические покрытия, нанесенные химическим способом/ К. М. Вансовская. - Ленинград: Машиностроение, 1985. - 103 с.
4. Кобальтселективный электрод на основе твердого полимерного электролита / И. П. Корякова [и др.]. // Электронный научный журнал «Исследовано в России». - 2005.
5. Методы получения особо чистых неорганических веществ/Б. Д. Степин [и др.]. - Ленинград : Химия, 1969.
6. Сенсорные материалы на основе композитов, содержащих микро- и наночастицы меди и ее сульфидов в полимерной матрице/ Синельников Б.М. и др. //Научно-технический журнал “Металл, оборудование, инструмент”.- М. -2004.-С. 31-33.
7. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М: Техносфера, 2006.

*О.С. Колосов, д.т.н., с.н.с., професор, заслужений винахідник України
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна)*

Передумови розроблення конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів

Аналізуються передумови розроблення конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів

Починаючи з 2000 року, у світі спостерігається постійне зростання використання технологій майбутнього, а саме нанотехнологій, які своєю появою зобов'язані відкриттю фулеренів та вуглецевих нанотрубок (ВНТ). Це обумовлює підвищений інтерес до інноваційних розробок в галузі наноматеріалів як на рівні великих корпорацій, так і на державному рівні.

Перспективним також є використання напівфабрикатів-препрегів. На основі просочених і попередньо висушених тканих матеріалів (препрегів) і наномодифікованих (НМ) пластиків різними методами переробки одержують полімерні композиційні матеріали (ПКМ) і вироби самої різної форми в автомобільній, авіаційній, космічній, атомній промисловості, у трубопровідному транспорті тощо.

Зокрема, завдяки унікальним фізико-механічним властивостям за малої щільності і високої витривалості, яка перевершує в 2-3 рази витривалість металевих сплавів, ПКМ знайшли широке застосування в планерах літаків (Іл-96, Ту-204, Ту-214, Бе-200, Ан-124, Ан-70 й ін.), де вони використовуються як обшивальні матеріали елементів управління, крил і хвостового оперення, а також для зміцнення деталей внутрішнього силового набору.

Крім того, очікується, що використання наноструктурованих вуглепластиків для виготовлення несучих деталей автокузовів може привести до зниження ваги автомобілів на 10% і більше, й до відповідного зниження загальної дії забруднень від викидів автомобільних двигунів в атмосферу.

Таким чином, розв'язання досліджуваної проблеми забезпечить суттєве підвищення продуктивності процесів одержання виробів з НМПКМ і ПКМ – скло- і базальтопластиків, що забезпечить значну економію енергоресурсів, а також поліпшить екологічну обстановку при їх одержанні.

У свою чергу, стан зберігання боеприпасів на арсеналах Збройних сил України потребує негайного вирішення проблеми організації серійного виробництва тари з підвищеним ресурсом експлуатації замість дерев'яної штатної тари та переоснащення існуючих арсеналів Міністерства оборони України. Відповідно до існуючих оцінок, потреба в такій тарі в Україні складає понад 3,8 млн. одиниць.

Застосування нової полімерної тари для боєприпасів підвищить безаварійне зберігання боєприпасів, пожежобезпечність і значно зменшить витрати на стадії її зберігання і експлуатації. Також буде суттєва економія ділової деревини, що зараз використовуються для виготовлення тари.

Крім того, внаслідок існування власної сировинної бази (зокрема, базальтових порід і склосировини, а також полімерних зв'язуючих) на території України реальним і економічно ефективним є майбутній експорт виготовленої полімерної тари різних типорозмірів у країни близького й далекого зарубіжжя.

Передумови розроблення конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів базуються на наступних чинниках.

1. У роботах зарубіжних вчених вказується на перспективність застосування низькочастотного ультразвуку (УЗ) як інтенсифікуючого методу при формуванні насамперед традиційних ПКМ. Тому є доцільним продовження досліджень у цьому напрямі для НМПКМ.

2. У працях [2-3] відзначається, застосування низькочастотного УЗ є практично єдиним можливим методом досягнення рівномірного диспергування нанонаповнювача у рідкій полімерній матриці. Адже потрібно мати рівномірний (гомогенний) розподіл наночастинок в епоксидному олігомері (ЕО), а також мінімальне пошкодження наночастинок і структури молекул ЕО. Проте в зазначених роботах не розкривається послідовність технологічних стадій, а також ефективні УЗ-режими та їх параметри, що, очевидно, є науковою та комерційною таємницею (ноу-хау) розробників.

3. Ефективним є використання саме вуглецевих наномодифікаторів для виготовлення високоміцних конструкційних елементів з НМПКМ [1]. Проте наявні дані свідчать про велику розбіжність оптимального вмісту цього показника у залежності від використовуваної полімерної матриці та виду нанонаповнювача, а також про наявність ефекту седиментації (осідання). Тому є актуальним вирішення й цієї проблеми.

4. Розроблюваний методологічний підхід, на відміну від існуючих, дозволить здійснювати увесь цикл моделювання і автоматизованого проектування процесів підготовки і виготовлення традиційних та наномодифікованих ПКМ, формування конструкційних виробів з них та проектування формуючого УЗ-обладнання, що забезпечить суттєву перевагу даного проекту над існуючими вітчизняними та зарубіжними аналогами.

Першим етапом процесу виготовлення НМПКМ є одержання рідкої наномодифікованої полімерної композиції, яка згодом з'єднається з армуючим (макро)волокнистим наповнювачем, а одержуваний препрег піддають формуванню (зберігання, твердінню, пресуванню, охолодженню, розрізуванню і т.д.) та експлуатаційним випробуванням для контролю його властивостей.

Проте труднощі забезпечення рівномірності розподілу наночастинок в ЕО пов'язані зі схильністю наночастинок до взаємного тяжіння, що призводить до їх злипання і агрегування та наступній седиментації. Також неконтрольований нагрів суміші під час диспергування може призводити до

зміни структури (аж до розриву) молекул олігомеру. Це, в остаточному підсумку, призводить до зменшення міцності наномодифікованого затвердлого з'єднання.

Таким чином, регулювання параметрів УЗ-впливу, таких як частота, амплітуда, потужність випромінювання, а також температура і час озвучування, дозволяє підібрати ефективні режими диспергування і гомогенізації для олігомера і різних наномодифікаторів.

Передбачається експериментальним шляхом встановлювати режимні параметри процесів озвучування, диспергування, гомогенізації, приготування наносуспензій при одержанні полімерної матриці для НМПКМ, а також ефективні параметри УЗ-обробки полімерної матриці на основних стадіях одержання традиційних ПКМ і НМПКМ: частота, амплітуда, інтенсивність, час, температура.

При цьому вплив низькочастотної УЗ-кавітації розглядається на ключових стадіях одержання ПКМ і НМПКМ (при реалізації процесів озвучування, диспергування, деагломерації, гомогенізації, просочування, дозування).

Одночасно передбачається встановити ефективне процентне співвідношення полімерної матриці, армуючого макронаповнювача, наномодифікаторів у вигляді ВНТ із застосуванням методів експериментально-статичного моделювання. Для одержаних експериментальних зразків ПКМ і НМПКМ передбачається проведення комплексних досліджень, зокрема, їх фізико-механічних, структурних та експлуатаційних властивостей.

Таким чином, даними дослідженнями передбачається застосувати комплексний підхід до розроблення інноваційної конкурентоздатної технології та реалізуючого її обладнання для одержання як традиційних ПКМ на основі тканих волокнистих наповнювачів (ТВН) і полімерних зв'язуючих (ПЗ), так і наномодифікованих (НМ) ПКМ, що використовуються для формування високовідповідальних конструкційних виробів на їх основі.

Цей комплексний підхід, зокрема, базується на методах досліджень, що використовуються в: 1) технології ПКМ; 2) в хімічній технології (процеси та обладнання); 3) в полімерному матеріалознавстві; 4) в теорії моделювання.

Таке комплексне моделювання дозволяє істотно скоротити спектр і кількість необхідних експериментів, значно зменшити фінансові і часові витрати на їх проведення, прогнозувати конструктивно-технологічні і режимні параметри виготовлення та кінцеві властивості одержуваних традиційних тканих ПКМ і інноваційних НМПКМ.

На базі методів математичного моделювання передбачається автоматизоване проектування вдосконалених конструкцій устаткування для модифікації полімерної матриці та формування на її основі конструктивних елементів для традиційних ПКМ і НМПКМ, які дозволяють виготовляти конкурентоздатні вітчизняні відповідальні конструкційні вироби.

Отримані результати ляжуть в основу інноваційної конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів подвійного використання з традиційних та наномодифікованих ПКМ.

Зокрема, очікується, що на базі узагальнення напрямів існуючих досліджень та отриманих експериментальних результатів буде:

- узагальнена методологія застосування низькочастотної УЗ-кавітаційної технології на основних стадіях одержання рідкої просочувальної полімерної матриці (процеси озвучування, диспергування, гомогенізації, приготування наносуспензій) та її дозованого нанесення та ТВН при приготування препрегів з традиційних ПКМ та НМПКМ;

- знайдені ефективні режими УЗ-обробки для фізичної модифікації рідких полімерних композицій, як традиційних, так і наномодифікованих ВНТ, на прикладі епоксидних композицій із заданим рівнем технологічних і фізико-механічних властивостей, призначених для одержання конструкційних бездефектних й високоміцних виробів з традиційних та наномодифікованих ПКМ;

- визначений експериментально-статистичним шляхом оптимальний вміст наномодифікованого наповнювача в рідкій полімерній матриці для забезпечення реалізації максимального рівня механічних й експлуатаційних властивостей одержуваних виробів з НМПКМ та розроблена відповідна методика;

- розроблена комплексна методика автоматизованого проектування вдосконалених конструкцій формуючого устаткування для модифікації полімерної матриці та формування на її основі конструктивних елементів для традиційних ПКМ і НМПКМ, які використовуватиметься при виготовленні конкурентоздатних вітчизняних відповідальних бездефектних й високоміцних конструкційних деталей та виробів подвійного використання.

Результати досліджень за проектом передбачається використати у хімічному і спеціальному машинобудуванні, зокрема, для подальшого виготовлення відповідальних силових, захисних і несучих конструкційних елементів з ПКМ для автомобільної, ракетно-космічної і авіаційної галузі (біконічних вуглепластикових оболонок головних обтікачів та циліндричних оболонок відсіку корисного вантажу ракети-носія), для виготовлення тари, призначеної для пакування і зберігання боєприпасів тощо.

Висновки

В результаті проведення досліджень передбачається розробити нову енергоощадну і високопродуктивну технологію та реалізуюче її обладнання для одержання традиційних ПКМ та НМ ПКМ зі скло- та базальтопластиків, для подальшого виготовлення на їх основі широкого спектру високоміцних конструкційних виробів подвійного використання з напівфабрикатів-препрегів, а також відповідальних елементів конструкцій для авіакосмічної техніки, літакобудування, автомобілебудування, суднобудування тощо.

Список літератури

1. *Колосов О.Є.* Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів: монографія / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.

2. *Колосов О.Є.* Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: монографія / О.Є.Колосов, В.І. Сівецький, О.П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.

3. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164с.

*О.П. Колосова, к.т.н., ас.
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна)*

Особливості моделювання процесів та обладнання для одержання реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів

Проаналізовано деякі аспекти моделювання (геометричного, комп'ютерного та експериментально-статистичного) технологічних параметрів процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів, а також конструктивних параметрів формуютьоровального технологічного обладнання.

На ринку існує велика кількість конструкційних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ), сформованих на основі армуючих орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) та рідких полімерних зв'язуючих (ПЗ), зокрема, епоксидних зв'язуючих (ЕЗ). При цьому важливим чинником є інтенсифікація технологічних процесів одержання КВМ, зокрема, за допомогою застосування низькочастотного ультразвуку (УЗ), що одночасно сприяє одержанню високоміцних та бездефектних намотувальних виробів з КВМ.

Тому моделювання (геометричне, комп'ютерне та експериментально-статистичне) технологічних параметрів процесів виготовлення КВМ, а також конструктивних параметрів формуютьоровального технологічного обладнання, мають важливе значення при виготовленні конструкційних виробів з таких КВМ.

Незважаючи на досягнутий прогрес у сфері автоматизованого проектування виробництва КВМ, у багатьох випадках проектні рішення, що приймають розробники у тій чи іншій ситуації, ґрунтуються на їх особистому досвіді та часто будуються переважно на евристичних засадах. Вирішення цієї проблеми у значній мірі можливе шляхом використання інформатизації виконуваних проектно-технологічних робіт у хімічному та спеціальному машинобудуванні.

У свою чергу, фундаментальну основу інформатизації становлять саме геометричні моделі тих чи інших процесів або обладнання, які формуються за допомогою різноманітних комп'ютерних автоматизованих систем. Останні, у свою чергу, дозволяють здійснювати оптимізацію геометричних параметрів досліджуваних технічних об'єктів. При цьому одним з ефективних інструментаріїв геометричного моделювання таких об'єктів є методологія структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ).

Цей напрям протягом останніх двох десятиріч успішно розробляється на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки КПІ імені Ігоря Сікорського. Тому є доцільним його розповсюдження й на технічні засоби одержання високоміцних й бездефектних КВМ.

Проте складність досліджуваної проблеми геометричного моделювання технічних засобів одержання КВМ обумовлена тим, що основні формоутворювальні елементи цих технічних засобів та реалізуючих їх технологічних процесів характеризуються нестационарністю й стохастичністю.

У свою чергу, оптимізація параметрів використовуваного технологічного УЗ-обладнання пов'язана зі складністю і необхідністю врахування та параметризації багатьох конструкторсько-технологічних параметрів формування КВМ.

Тому не дивно, що існуючі теоретичні та експериментальні роботи з геометричного моделювання окремих процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних КВМ стосуються переважно автоматизації стаціонарного намотувального обладнання шляхом геометричного моделювання процесу намотування та викладення, зокрема, дослідження форми поверхні полімерної стрічки з волоконних оправок різної форми при виробництві композитних деталей.

При цьому практично не досліджені питання геометричного моделювання параметрів базового процесу «вільного» просочування, інтенсифікуючого УЗ-обладнання, що використовується в базових процесах озвучування ЕЗ і приготування ПЗ, а також дозованого нанесення озвученого ПЗ на просочений волокнистий наповнювач (ВН). Таке моделювання дає змогу направлено досліджувати й оптимізувати параметри цих формоутворювальних елементів, і тому є актуальним.

Роботу присвячено геометричному моделюванню базових процесів та технологічного обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ, що широко використовуються у різних галузях промисловості, з позицій системного підходу та методології СПГМ.

Значення для практики проведених досліджень полягає у розробленні відповідно до вхідних параметрів (наперед заданих технологічних умов) базових технологічних процесів одержання реактопластичних КВМ: методики автоматизованого СПГМ для оптимізації найбільш використовуваних конструкцій простих хвилеводів та концентраторів УЗ для базового процесу обробки рідких ПЗ, у здійсненні комп'ютерної візуалізації параметрів базового процесу «вільного» просочування ОВН рідкими ПЗ, а також комп'ютерної візуалізації оптимальних геометричних параметрів складеного дозуючого УЗ-пристрою. Це дозволяє істотно скоротити спектр необхідних натурних експериментів, а також суттєво зменшити фінансові та часові витрати на їх проведення.

При цьому отримано наступні результати, що мають науково-практичну значимість.

1. На основі аналізу існуючих підходів до моделювання технологічних процесів обґрунтовано актуальність дослідження та застосування системного підходу при розробленні узагальненої СПГМ технології одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ із застосуванням УЗ-обробки та застосовуваного при цьому обладнання. Відзначено основні проблеми моделювання, які пов'язані зі складністю і необхідністю врахування конструкторсько-технологічних параметрів формування.

2. Проаналізовано особливості геометричного моделювання формоутворювальних елементів трьох виокремлених структурних блоків технологічної схеми інноваційного одержання КВМ, а саме: УЗ-обробки епоксидної смоли і приготування просочувальної композиції, «вільного» просочення ВН озвученим рідким ПЗ, а також дозованого нанесення озвученого ПЗ на просочений ВН. Це дає змогу направлено досліджувати й оптимізувати параметри цих формоутворювальних елементів.

3. Удосконалено загальну методику застосування автоматизованого СПГМ як основи для проведення оптимізації конструкції хвилеводів і концентраторів УЗ-технологічного обладнання з урахуванням не тільки ефективності їх функціонального призначення, а й особливостей процесів виготовлення. Це дозволяє розширити номенклатуру УЗ-концентраторів, які можна автоматизовано конструювати відповідно до конкретних вхідних умов технології за допомогою напрацьованої методики СПГМ, а також зменшити матеріальні та часові витрати на стадії їх автоматизованого проектування.

4. Проведено раціональне параметричне конструювання простих акустичних концентраторів УЗ на прикладі найбільш використовуваних циліндричних, конічних, експонентних і катеноїдальних акустичних концентраторів. Проілюстровано практичне використання напрацьованих методів моделювання. Описані прийоми та математичні засоби реалізовані у вигляді певного зручного для кінцевого користувача спеціалізованого прикладного програмного забезпечення із забезпеченням тісної безпосередньої інтеграції виконуваних варіантних розрахунків із відповідними комп'ютерними моделями конструкції, міцності та технології виробництва опрацьовуваних хвилеводів-концентраторів.

5. Удосконалено теорію геометричного моделювання базового процесу «вільного» просочування ОВН рідкими ПЗ, що надає практичний та зручний інструмент для аналізу і корекції схеми армування ОВН з урахуванням зусилля натягнення та геометричних параметрів змотувального й просочувального обладнання.

6. Здійснено геометричне та комп'ютерне моделювання мікроструктури просочуваного ОВН із застосуванням методології інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей, що передбачає знаходження функції розподілу відстаней (екстхорд) між сусідніми колами, що знаходяться у вузлах подвійноперіодичної решітки, для геометричної моделі мікроструктури. Для окремого випадку представлення ЕБК моделі мікроструктури знайдена теоретична функція розподілу довжин екстхорд $f_{\Delta}(z)$ та досліджено її поведінку біля характерних асимптот. Удосконалено прикладну програму для побудови репрезентативних модельних кривих розподілів довжин екстхорд суміжних кіл, розміщених у вузлах модельної подвійноперіодичної решітки. При цьому параметри січної прямої L , а саме її кутовий коефіцієнт k_L і вільний член D_L вибирають у вигляді псевдовипадкових величин, рівномірно розподілених в інтервалі $(0, 1)$, що реалізується на базі алгоритму Монте-Карло. Це дозволяє здійснювати автоматизоване проектування параметрів геометричної моделі мікроструктури

ОВН та моделювати функцію розподілу екстхорд у залежності від вхідних технологічних умов та схеми армування.

7. Удосконалено методику та розроблено алгоритм моделювання параметрів базового процесу «вільного» просочування, що передбачає апроксимацію реальної мікроструктури армування ОВН геометричною моделлю ЕБК та еквівалентним циліндричним капіляром, для якого знаходять геометричні та структурні характеристики за вхідними умовами технологічного процесу. Це дає змогу здійснювати комп'ютерну візуалізацію базового процесу «вільного» просочування ОВН за допомогою модельних кінетичних кривих.

8. Уперше розроблено методику та алгоритм комп'ютерного СПГМ складеного УЗ-кавітаційного дозуючого пристрою, що складається з прямокутної випромінюючої пластини, двоступінчастих хвилеводів-концентраторів та ПЕП. Здійснено параметричну візуалізацію розробленого алгоритму на базі використання нових параметричних геометричних моделей, які наочно відображають існуючі варіаційні взаємозв'язки між елементами конструкцій створюваних виробів. Методика може бути використана на стадії конструкторсько-технологічного проектування УЗ-дозуючих пристроїв для оптимізації проведених робіт.

9. Уперше сформована комп'ютерна 3D-модель для наступних структурних елементів складеного дозуючого УЗ-пристрою: ширини, довжини, товщини випромінюючої пластини; довжини хвилі згинальних коливань у пластині; товщини ПЕП; товщини електродів; внутрішнього діаметра частотознижуючих накладок та їх висоти; діаметрів ступенів складених УЗ-концентраторів і довжин їх циліндричних частин. Це дозволяє здійснювати комп'ютерну візуалізацію знайдених оптимальних геометричних розмірів складеного дозуючого УЗ-пристрою відповідно до вхідних параметрів (наперед заданих технологічних умов) процесу дозування.

10. Здійснено впровадження розроблених методів і алгоритмів геометричного та комп'ютерного моделювання при одержанні високоміцних й бездефектних КВМ на підприємствах спеціального машинобудування.

Подальшими напрямками досліджень є створення нових або удосконалення існуючих геометричних моделей інших процесів інноваційного технологічного циклу формування КВМ, розвиток методів комп'ютерного моделювання цих процесів і технологічного обладнання та більш широке розповсюдження запропонованих методик для моделювання технічних засобів формування КВМ на базі системного підходу.

Висновки

Наукова цінність даної роботи полягає у подальшому розвитку методології СПГМ при дослідженні технічних засобів та технологічних процесів, основні формоутворювальні елементи яких характеризуються нестационарністю й стохастичністю, а також при геометричному та комп'ютерному моделюванні й оптимізації конструкцій формоутворювальних елементів використовуваного інтенсифікуючого УЗ-технологічного обладнання.

Список літератури

1. *Колосов О.Є.* Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.
2. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164с.

*О.Є. Кофанов, аспірант
(Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського", Україна)*

Енергозберігаючі заходи екологічної безпеки дизельного транспорту

Удосконалено технологію виробництва біодизелю, яка відрізняється від традиційної використанням в реакції переестерифікації як вихідної речовини етанолу та заміною каталізатора процесу на новий, що містить неіоногенний поверхнево-активний компонент. У результаті зменшується шкідливість виробничого процесу, знижується собівартість палива та зменшуються обсяги відходів виробництва. Це надає змогу зменшити залежність фермерів від постачальників палива.

Метою дослідження є розробка й обґрунтування перспективності енергозберігаючих заходів екологічної безпеки дизельного транспорту шляхом застосування альтернативних сумішевих біопалив та удосконалення технології виробництва біодизельного палива за каталітичним процесом переестерифікації.

У дослідженні запропоновано екологічно сприятливу та енергозберігаючу технологію виробництва біодизелю, яка відрізняється від традиційної, по-перше, використанням в реакції переестерифікації як вихідної речовини менш токсичного етилового спирту, а, по-друге, заміною традиційного каталізатора процесу на новий, що містить неіоногенний поверхнево-активний компонент [1].

Запропонована технологія дає змогу інтенсифікувати процес виробництва біопалива та суттєво розширити сировинну базу за рахунок використання відходів тваринництва і харчової промисловості. За рахунок цього зменшується собівартість кінцевого продукту – біодизелю та скорочуються обсяги шкідливих відходів виробництва, що є дуже важливим з екологічної точки зору.

Удосконалена технологія дає змогу отримувати відносно дешеве пальне (біодизель) та позбавитися залежності від постачальників палива. Вона є доступною для приватних фермерських господарств, оскільки не потребує вирощування ріпаку чи його закупівлю, а надає змогу утилізувати відходи виробництва й споживання.

Особливу увагу наголошуємо на тому, що в дослідженні не пропонується вирощувати ріпак на вітчизняних землях і продавати чи переробляти його на біодизель, оскільки це може призвести до виснаження орних земель. Навпаки, вважаємо за необхідне максимально використовувати відходи харчової промисловості та тваринництва як альтернативну сировину для виробництва біодизелю.

Лабораторні дослідження щодо якості отриманого біодизелю та паливних сумішей з його використанням показали відповідність їх фізико-хімічних та експлуатаційних характеристик чинним вітчизняним та

європейським стандартам якості, а по деяких параметрах, наприклад, цетановому числу і мастильним властивостям сумішеві паливні композиції є навіть кращими за традиційне дизельне паливо (ДП). Залежності основних фізико-хімічних (густина, кінематична в'язкість, поверхневий натяг) та експлуатаційних характеристик досліджуваних сумішевих палив від вмісту біологічної складової подано на рис. 1–3.

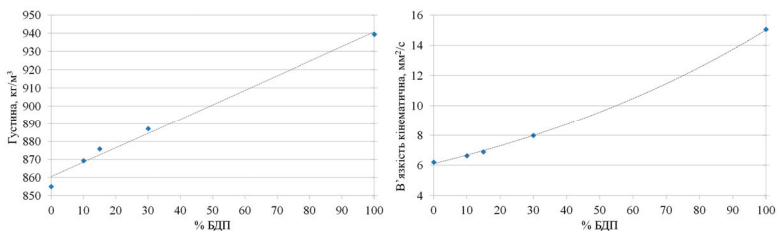


Рис. 1. Залежність густини та кінематичної в'язкості палива при 20 °С від складу сумішевого палива

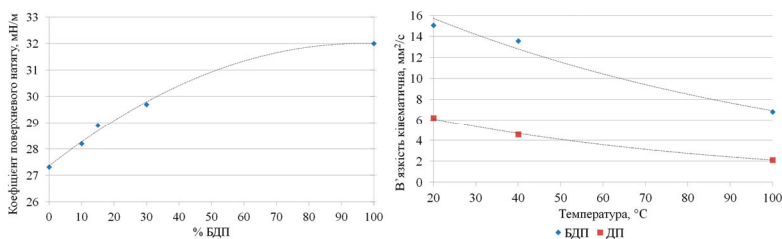


Рис. 2. Залежність поверхневого натягу моторного палива при 20 °С від його складу та в'язкісно-температурна характеристика отриманих двокомпонентних сумішевих палив

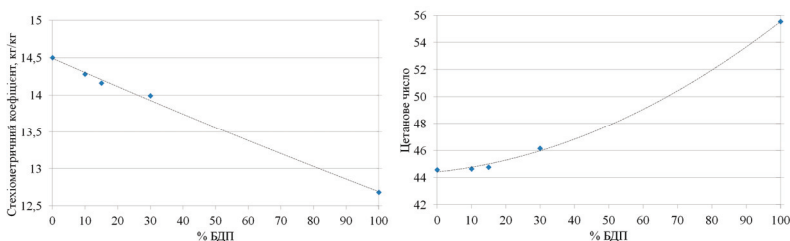


Рис. 3. Залежність кількості повітря, що необхідна для згоряння 1 кг палива, та цетанового числа від складу паливної композиції

Встановлено, що наявність у молекулах етилових естерів ріпакової олії до 10 % Оксигену зменшує вуглецеве число С/Н (відношення масової частки Карбону до масової частки Гідрогену в паливі), і тим самим поліпшує умови згоряння вуглеводнів палива, а за рахунок цього – зменшує викиди чадного

газу CO та сажі C, а також суттєво скорочує викиди парникового, вуглекислого газу CO₂ в атмосферу.

У дослідженні випробувано роботу дизельного мотора на сумішевих біопаливах, що містять 10–30 % за об'ємом біодизелю та окремо – на 100 %-му біодизелі. Досягнуто не тільки суттєве підвищення екологічності дизельних моторів за рахунок зменшення токсичності відпрацьованих газів, а й зростання ефективного коефіцієнта корисної дії двигуна при роботі на біодизелі – до 11 %, при роботі на сумішевих композиціях – до 8 %.

У порівнянні з традиційним дизельним паливом (ДП), при роботі на біодизелі та сумішевих паливах досягнуто зменшення концентрації чадного газу CO на 6–7 %, а димності відпрацьованих газів – на 30–35 %. А за рахунок відсутності в біодизелі сполук Сульфору досягнуто скорочення викидів оксидів Сульфору порівняно з використанням традиційного дизельного пального. Проте, відомо, що у зв'язку зі збільшенням в біопаливі масової частки Оксигену підвищується температура робочого процесу дизельного мотору і, як наслідок, спостерігається збільшення емісії оксидів Нітрогену в середньому на 5–11 %. У такому разі рекомендується передбачити рециркуляцію відпрацьованих газів та встановлювати на автомобілі спеціальні каталітичні нейтралізатори. Ще одним недоліком є погіршення пускових властивостей біопалив, особливо у прохолодну пору року, що можна вирішити за допомогою підігріву паливної суміші.

У зв'язку з обмеженим чинними стандартами вмістом у паливі сполук Сульфору та погіршенням при цьому мастильних властивостей палива у дослідженні запропоновано вводити до традиційного ДП добавки біодизелю в кількості до 2,5 % за об'ємом. Це сприяло підвищенню трибологічної (мастильної) активності дизельних палив без погіршення їх фізико-хімічних, експлуатаційних та екологічних характеристик.

Вивчення процесів сумішоутворення та горіння палива дало змогу розробити комплексну паливну присадку багатофункціональної дії, що містить поверхнево-активні речовини, антиоксиданти та допоміжні компоненти, зокрема розчинник 2-пропанол $\text{CH}_3\text{--CH}_2(\text{CH}_3)\text{--OH}$. Особливо важливою при виборі компонентів присадки була відповідність палива з присадкою чинним стандартам, здатність усіх компонентів присадки до біорозкладання, а також те, що при згорянні палива присадка повністю вигоряє, не створюючи при цьому додаткових екологічних проблем.

У дослідженні встановлена відповідність чинним стандартам на дизельне паливо всіх розроблених паливних композицій, модифікованих присадкою на основі ПАР та антиоксидантів в концентраціях від 0,01 до 0,2 % за об'ємом. Досліди проводилися у лабораторії "Реактор" ОКБ "Шторм" КПІ імені Ігоря Сікорського.

Встановлено, що розроблений у дослідженні присадочний пакет має також мінуючу дію та сприяє зменшенню нагароутворення на паливній апаратурі, що, в свою чергу, підвищує надійність роботи двигуна, збільшує термін його служби, знижує витрати на техобслуговування тощо.

У дослідженні розраховано показники умовної сумарної токсичності вихлопів дизельного двигуна K_{Σ} при його роботі на традиційному та

модифікованому присадкою паливі. Розрахунки показали, що показник умовної сумарної токсичності вихлопів двигуна K_{Σ} для паливної композиції за участю розробленої багатофункціональної присадки (0,2 % об.) приблизно на 11 % менший за аналогічний показник при роботі дизельного двигуна на традиційному дизельному пальному. У зв'язку з цим доходимо висновку, що додавання до моторного палива пакету присадок комплексної дії дає змогу отримати паливо з поліпшеними екологічними та експлуатаційними характеристиками.

Висновки

Таким чином, у дослідженні одержано кількісне та якісне підтвердження можливості підвищення екологічності дизельних моторів модифікацією палива, в тому числі й за рахунок застосування альтернативних палив біологічного походження. Це надає можливість покращити мастильні властивості низькосірчистих дизельних палив та одночасно досягти зменшення токсичності викидів відпрацьованих газів.

За допомогою експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність використання паливних композицій на основі антиоксидантів і поверхнево-активних речовин, що додаються до палива у концентрації 0,01–0,2 % об. Встановлено, що додавання до моторного палива пакету присадок різної хімічної природи і функціонального призначення надає змогу зменшити витрату палива, скоротити викиди оксидів Карбону та Нітрогену, зменшити димність, а також підвищити надійність роботи автомобіля, збільшити термін служби двигуна, знизити витрати на його технічне обслуговування та підвищити паливну ефективність автотранспортного засобу.

Встановлено, що при підборі компонентів багатофункціональної присадки до моторного палива необхідно враховувати їх сумісність, оскільки введення до складу присадки різних класів ПАР може негативно позначитися на їх функціональних властивостях через прояв антагоністичного ефекту. Наявне скорочення викидів оксиду Карбону (IV) пояснюється зменшенням масової частки Карбону в молекулі естеру та збільшенням частки Оксигену, що приводить до зменшення вуглецевого числа C/H і закономірного скорочення викидів вуглекислого газу.

За рахунок відсутності сполук Сульфуру в дизельному біопаливі досягнуто зменшення викидів оксидів Сульфуру дизельним автотранспортом порівняно з використанням традиційного нафтового ДП. Серед недоліків можна зазначити збільшення обсягів викидів оксидів Нітрогену, а також певне погіршення пускових властивостей біопалива, особливо у прохолодну пору року.

Список літератури

1. Ресурсосберегающая малоотходная технология производства биодизельного топлива / Е. В. Кофанова, А. И. Василькевич, А. Е. Кофанов, Д. Н. Степанов // Горная механика и машиностроение. – 2015. – № 2. – С. 96–102.

Т.А. Криштопчик, О.А. Криштопчик, В.В. Трачевський
(Національний авіаційний університет, Україна)

Вплив плазмоактивації на властивості поліпропіленового волокна

Досліджено вплив низькотемпературного газового розряду на фізико-механічні і поверхневі властивості поліпропіленового волокна. Експериментальні результати показали ефективність модифікування властивостей поліпропіленового волокна в низькотемпературному газовому розряді. Розроблено технологічні аспекти модифікування.

Вступ

Синтетичні волокна набули широкого поширення, і їх баланс застосування в загальному авіавиробництві все збільшується [1].

Розвитку виробництва поліолефінових волокон сприяло переважно наявність дешевої сировини [2]. Ці волокна мають комплекс цінних експлуатаційних властивостей, таких як міцність, хемостійкість, стійкість до стирання тощо, що робить їх незамінними у виготовленні технічної продукції і композиційних матеріалів.

У виробництві поліпропіленових (ПП) волокон актуальним є їх модифікація, з метою здешевлення готової продукції, але при цьому їх якісні показники не повинні погіршуватися. Крім цього, це дає можливість отримувати матеріали з необхідними наперед заданими технічними характеристиками [3].

Одним із найбільш перспективних і сучасних методів модифікації поверхні полімеру є вплив низькотемпературної плазми (НТП), який дозволяє змінити властивості поверхонь цих матеріалів в широких межах і значно розширити області їх використання.

Найбільш важливою особливістю процесу плазмохімічної модифікації полімерних матеріалів, яка визначає особливий інтерес до цього методу, є те, що, змінам піддається тільки поверхня матеріалу, яка обробляється і дуже тонкий поверхневий шар, товщина якого, за різними оцінками, складає від 100 Å до декількох мікрон. Основна маса полімеру не змінюється, зберігаючи механічні, фізико-механічні і електрофізичні властивості матеріалу, який модифікують.

В останні роки все більш актуальним стає питання про модифікацію ПП волокон, що використовуються для виготовлення фільтруючих матеріалів, які б володіли не тільки здатністю очищати, але і антисептичними і іонізуючими властивостями.

Експериментальна частина

Як об'єкти дослідження обрано поліпропіленове волокно виробництва ВАТ «Хімволокно», характеристика яких наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика ПП волокон

Вид продукції	Виробник	Лінійна густина, текс	Міцність при розриві, Па	Відносне розривне подовження, %
ПП волокно	ВАТ «Хімволокно»	255±5	0,23	43

Модифікацію поверхні поліпропіленових волокон проводили у височастотному (ВЧ) безелектродному плазмовому розряді на частоті 13,56 МГц у струмі суміші газів на розробленій установці по плазмохімічному модифікуванню поверхні твердих тіл, що представлена на рис.1.

Зразки поліпропіленових волокон підвищували у кварцовому реакторі та проводили плазмохімічну модифікацію її поверхні в низькотемпературному розряді.

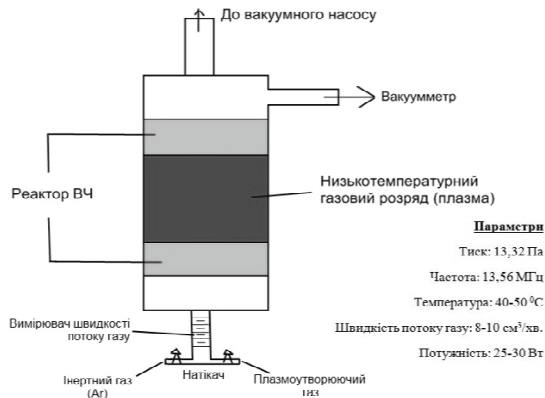


Рис. 1. Установка низькотемпературного газозового розряду для модифікації поверхні твердих тіл.

Результати та їх обговорення

На рис. 2 наведено спектр вихідного волокна ПП і спектру волокна ПП, модифікованої різною тривалістю. Спектри були отримані за допомогою елемента внутрішнього відображення (ЕВВ) Ge – 60°, другий – за допомогою ЕВВ ZnSe – 45°. Спектри нормовані на інтенсивність смуги поглинання ПП при 1376см⁻¹. Ця смуга обумовлена симетричними деформаційними коливаннями CH₃ груп в ПП [4].

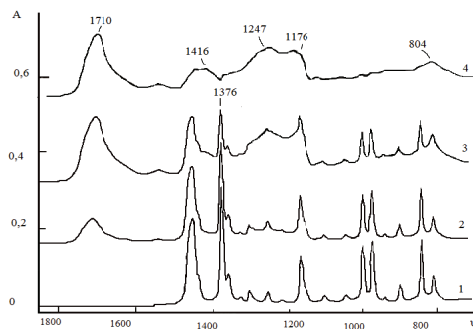


Рис 2. ІЧ спектри ППВВ вихідних волокон ПП (1) і волокон ПП, модифікованих у атмосфері аргон – повітря в часі: 150 с (2) і 270 с (3). A – $-\lg T$, T – пропускання, ν – хвильове число

Ефективна глибина проникнення зондуючого випромінювання у волокно ПП для EBB ZnSe – 45° в 4 рази більше, ніж для EBB Ge – 60° (1,2-1,9 і 0,28-0,46 мкм в спектральному діапазоні 1800-1100 cm^{-1} відповідно). Із спектрів, які розглядаються слідує, що при збільшенні глибини зондування шляхом заміни EBB Ge – 60° на EBB ZnSe – 45° відносна інтенсивність смуги поглинання карбоксильна група при 1710 cm^{-1} зменшується майже в 4 рази. Це показує, що модифікація проходить в тонкому поверхневому шарі волокна, не зачіпаючи її об'єм.

За результатами оптимізації плазмового впливу на поліпропіленове волокно в різних газах вибрали режими обробки, в яких відбуваються зміни властивостей поверхні і показників міцності ПП волокон. Результати представлені в табл. 2, 3.

Таблиця 2.

Зміна поверхневих властивостей поліпропіленової волокон, обробленої НТП в різних плазмоутворюючих газах

№ з/п	Режим плазми	Плазмо-утворюючий газ	Кут змочування (θ), град.	Поверхневий натяг ПП волокон, мДж/м ²
1	Без НТП обробки	-	89	19
2	$U_a = 3,5 \text{ кВ}$; $I_a = 0,4 \text{ А}$; $P = 26,6 \text{ Па}$; $G = 0,04 \text{ г/с}$; $\tau = 150 \text{ с}$	аргон – повітря	51	48
3	$U_a = 3,5 \text{ кВ}$; $I_a = 0,4 \text{ А}$; $P = 26,6 \text{ Па}$;	аргон – повітря	38	58

У табл. 2 наведені режими плазмового впливу, які роблять поверхню ПП волокна найбільш гідрофільними. За значеннями крайового кута змочування і поверхневого натягу видно, що поверхня волокна стає найбільш

гідрофільною після обробки ВЧ розрядом в суміші плазмоутворюючих газів – аргон-повітря.

Таким чином, на підставі отриманих результатів можна говорити, що плазмова обробка впливає на поверхневі властивості ПП волокна, і в залежності від режиму плазмового впливу можна цілеспрямовано змінювати поверхневий натяг поліолефінового матеріалу [5].

Далі проводилися дослідження впливу НТП на фізико-механічні властивості ПП волокон, так як характеристики міцності є основними показниками готової продукції. Результати експериментів наведені в табл. 3.

Таблиця 3.

Фізико-механічні випробування ПП волокон

№ п/п	Режим плазмової обробки	Плазмо-утворюючий газ	Розривне навантаження, ГПа	Відносне подовження (с), %
1	$U_a = 2,5$ кВ; $I_a = 0,6$ А; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $\tau = 150$ с	аргон - повітря	0,49	70,12
2	$U_a = 3,5$ кВ; $I_a = 0,4$ А; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $\tau = 270$ с	аргон - повітря	0,50	66,69
3	Без обробки	-	0,47	78,18

Як видно з результатів, наведених в табл.3, у зразків ПП волокон, які піддані впливу ВЧ-розряду, підвищуються показники міцності, так, наприклад, у зразка під номером 1, обробленого на протязі $\tau = 150$ с в плазмоутворюючому газі аргон-повітря, міцність підвищується на 5,5 % в порівнянні з контрольним.

Висновки

Таким чином, обробка поліпропіленових волокон в низькотемпературному газовому розряді є новим перспективним способом модифікації полімерних матеріалів, що дозволяє підвищити адгезійні характеристики, поліпшити фізично-механічні властивості волокон, а також розширює області їх використання.

Список літератури

1. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Кобляков. - М. : Легпромбытиздат, 1992. - 272 с.
2. Конкин, А.А. Полиолефиновые волокна / А.А. Конкин, М.П. Зверев. - М.: Химия, 1968. - 278 с.
3. Айзенштейн, Э.М. Производство и потребление полипропиленовых

волокон и нитей / Э.М. Айзенштейн, В.Н. Ефремов // Хим.волокна. -2006-№5.- С. 3-7.

4. Белицин, М.Н. Физическая модификация химических нитей / М.Н. Белицин. - М. : Легпромбытиздат, 1985. - 152 с.

5. Кумпан, Е.В. Модификация текстильных материалов из шерстяных и синтетических волокон с помощью высокочастотной плазмы пониженного давления : автореф. дис. кан. тех. наук / Е.В. Кумпан. - Казань, 2006. - 21 с.

Електроіскровий і механічний метод для підготовки сталевих поверхонь та підвищення їх корозійної стійкості

Розроблено метод електроіскрової і механічної обробки сталі дисковими обертовими щітками у поєднанні з подачею мастильно-охолоджуючих рідин (МОР-НАУ) які містять поверхнево-активні і інгібуючі складові синергічної дії та досліджено їх вплив на енергетичні витрати процесу, клас чистоти поверхні і корозійну стійкість. Запропоновано застосування оцинкованих щіток, що дозволяє одночасно з обробкою сталі отримувати на її поверхні Zn-протекторні осередки, які забезпечують підвищення корозійної стійкості металу протягом його між операційного зберігання, а також покращення адгезії, збільшення омичного опору і захисних властивостей лакофарбових покриттів.

Зниження якості металевих поверхонь спричиняють недоліки металургійних виробництв (розшарування, залишки іржі та окалини, незадовільний клас чистоти), забруднення (пісок, мастила, технологічні рідини), продукти корозії тощо. Ці фактори прискорюють корозійні процеси, погіршують механічні властивості металів та гідродинаміку рідинних та газових потоків, послаблюють адгезію та захисні характеристики лакофарбових покриттів.

Існуючі методи підготовки поверхонь не завжди відповідають вимогам внаслідок помірної якості обробки, складності і коштовності обладнання, значних енергетичних витрат і не забезпечують ефективний антикорозійний захист (механічні, лазерні, плазменні електрохімічні та ін.) [1-3].

Метою даної роботи було створення комбінованого електроіскрового і механічного методу підготовки поверхонь за допомогою обертових щіток шліфувальної машини при одночасному накладанні різниці потенціалів між дротиками щіточного інструменту і металом, а ефект досягається за рахунок теплової дії іскрового електричного струму та механічної ударної дії кінців дровиків щітки на поверхню, що піддається обробці. Для досягнення високих показників обробки нами створені спеціальні багатофункціональні мастильно-охолоджуючі рідини (МОР-НАУ). Вони містять суміші катіонноактивних і аніонноактивних ПАВ, які виявляють явище нададитивності (синергізму). За допомогою методу ізомоларних серій було встановлено що максимальне значення поверхневої активності синергічних сумішей залежить від співвідношення концентрацій складових і досягає максимуму при співвідношенні концентрацій катіонних і аніонних ПАВ як 1:1. За цих умов покращується адсорбція ПАВ на поверхні металу, що призводить до екстремального зменшення мікротвердості поверхні металів і полегшення їх пластичного деформування (ефект Ребіндера). Нами було встановлено, що підвищення поверхневої активності синергічних сумішей і зниження

мікротвердості сталевих поверхонь має симбатний характер (досягається за однакового співвідношення концентрацій компонентів сульфанолу і тетранілу). Внаслідок цього досягається зменшення енергетичних витрат процесів обробки на 30-40% і підвищення класу чистоти поверхонь на 3 та більше одиниць.

Поєднання у зазначеному процесі одночасно електроіскрової і механічної складової характеризується суттєвими перевагами. Так, обробка поверхні сталі тільки механічним способом без накладання різниці потенціалів між інструментами і деталлю, тобто за відсутності електроіскрової дії, дозволяє в присутності МОР-НАУ підвищити клас чистоти поверхні тільки на 2 одиниці, у той же час як при сумарній дії електроіскрового і механічного факторів цей показник зростає до 3 і більше одиниць.

Присутність у складі МОР-НАУ комбінованих інгібіторів синергічної дії (суміш неорганічного пасиватора нітриту натрію і адсорбційного компоненту триетаноламіну) забезпечує антикорозійний захист сталі під час її обробки за рахунок переводу металу у стійкий пасивний стан. Використовуючи метод ізомольних серій нами було встановлено що інгібуюча ефективність залежить не тільки від природи складових і механізму їх дії, а також від співвідношення концентрацій компонентів, і максимальне її значення досягається при співвідношенні нітриту натрію і триетаноламіну як 1:1. Найбільша інгібуюча дія також підтверджується максимальним зміщенням корозійного електродного потенціалу, мінімальним струмом повної пасивації і утворенням зони пасивності в широкому діапазоні потенціалів, при такому ж співвідношенні концентрацій нітриту натрію і триетаноламіну [4-7].

Наступним етапом дослідження було створення синергічної суміші інгібіторів оксидної пасивації (нітриту натрію) з інгібітором сольової пасивації (силікатом натрію), в якій ми замінили відносно токсичний триетаноламін на нетоксичний силікат. Використовуючи масометричний метод визначення швидкості корозії нами було встановлено, що максимальна антикорозійна ефективність розробленої синергічної суміші досягається при співвідношенні концентрацій компонентів нітриту натрію і силікату натрію як 1:2. Суміш нітриту натрію з силікатом забезпечує ефективний захист сталі від корозії завдяки високій адсорбційній здатності нітриту натрію до поверхні металу, яку забезпечує неподільна електронна пара на атомі нітрогену. На відміну від іону нітриту іон нітрат не має такої пари електронів, тому він адсорбційна здатність відсутня. Дослідження поверхневих шарів методом растрової електронної мікроскопії показали, що висока антикорозійна ефективність розробленої синергічної суміші досягається завдяки утворенню на поверхні сталі гітиту $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ і одночасно нерозчинного силікату феруму. Було встановлено, що елементний склад інгібуючих компонентів на поверхні сталі близький до їх елементного складу у розчині. Проведення поляризаційних потенціостатичних досліджень електрохімічної поведінки сталі і масометричних вимірювань швидкості її корозії за підвищених температур показало деяке зниження ступеня захисту, яке однак залишається на високому рівні.

Запропонований процес електроіскрової і механічної обробки сталі не дозволяє забезпечувати тривалого захисту сталі упродовж її міжопераційного

зберігання. Ще більшою мірою це стосується промислових зразків МОР, наприклад СВК і ЕМ, які застосовуються у процесах різання труб.

Ми припустили, що підвищення періоду післяопераційного зберігання металевого обладнання можна забезпечити шляхом утворення протекторних шарів на поверхні сталі.

З метою нанесення тонких протекторних осередків цинку на поверхню сталі при її електроіскровій і механічній обробці використовували обертову дискову щітку, на дротики якої завчасно осаджували шар цинку з середньою товщиною 200 мкм. У зону обробки подавали МОР-НАУ, яка містила поверхнево-активні та інгібуючі суміші синергічної дії [7,10]. Наявність цинк-протекторних осередків на поверхні сталі нами доведено лужним травленням і цинк визначали за допомогою атомно-абсорбційної спектроскопії.

Порівняльні дослідження післяопераційної стійкості сталі, підданої електроіскровій і механічній обробці оцинкованими щітками у присутності мастильно-охолоджуючих рідин, і звичайної обробки виконували відповідно ГОСТ 20.57.406-81. Спочатку проводились прискорені випробування ефективності дії Zn-протектора в камері вологи Г-4 в атмосфері водяної пари за температури 40 °С а потім корозію оцінювали уразковим показником K_n . Одержані результати показали суттєве зниження корозійного ураження сталі обробленої оцинкованими щітками порівняно з використанням звичайної щітки і піскоструменевим методом.

Для оцінки впливу різних способів підготування сталевих поверхонь на якість лакофарбових покриттів нами були виконані такі порівняльні дослідження: на зразки сталі Ст.20, оброблені піскоструменевим методом зі звичайною і оцинкованою щіткою, наносили чотиришарове лакофарбове покриття Tiscurilla Termacout RM-40 товщиною 200мкм (за ГОСТ 9.032-74 з урахуванням робіт [11,12]), яку контролювали товщиноміром Константа К-5.

Глибину проникнення підшарової корозії визначали на зразках зі штучним пошкодженням лакофарбових покриттів при їх експонуванні у КСТ-1 протягом 168 годин (ГОСТ 9.308-85).

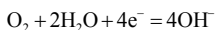
Наші дослідження показали, що при електроіскровій і механічній обробці сталі застосування оцинкованої щітки дозволяє одночасно з підготовкою поверхні металу отримувати на ній тонкі осередки Zn-протекторного покриття. Результати також показали синергічне зростання корозійної стійкості сталі у сильно агресивному 3%-вому розчині NaCl при переході від окремих засобів (МОР-НАУ і протектора) до їх сумісного використання, де досягається повний захист металу. У разі ж менш агресивного середовища – моделі водопровідної води, повний захист сталі забезпечується тільки одним Zn-протектором.

Адгезію покриттів вимірювали адгезиметром до і після знаходження пофарбованих зразків в камері соляного туману КСТ-1 за ДСТУ 4219-2003.

Застосування оцинкованих щіток сприяє покращенню адгезії лакофарбових покриттів, особливо в умовах їх витримки в агресивному середовищі. Наприклад, після експозиції зразків у КСТ-1 протягом 720 годин адгезія лакофарбового покриття склала 9,7 МПа після піскоструменевого склала 9,7 МПа і 11,2 – після електроіскрового.

Порівняно з іншими методами обробки спостерігається зростання захисних властивостей покриттів. Наприклад, за результатами по вимірюванню глибини проникнення корозії під шар покриття при штучному їх механічному пошкодженні і витримки протягом 168 годин у КСТ-1. Цей показник для зразків підготовлених піскоструменевим методом, склав 1,95 мм, електроіскровим методом зі звичайною щіткою 1,45 мм, а з оцинкованою щіткою 1,25 мм.

Звичайні лакофарбові покриття є проникними для води і молекулярного кисню. Тому вони практично не спроможні перешкоджати корозії сталі за рахунок уповільнення катодного процесу відновлення кисню:



Гальмування корозії можна досягти за рахунок уповільнення анодної реакції іонізації металу.

Спостережний нами ефект взаємного посилення захисної дії поверхневих цинкових осередків, утворених підчас електроіскрової і механічної обробки сталі оцинкованою щіткою, і лакофарбового покриття можна пояснити низкою факторів. Важливим з них є взаємопосилюючий ефект пасивації сталі упродовж підготовки її поверхні за участю складових МОР-НАУ і протекторним впливом утворених цинкових осередків. Разом з цим можна вважати, що дія цинкових плівок не зводиться тільки до їх функції як протекторів. Певну роль у підвищенні щільності лакофарбового покриття тут відіграє гідроксид цинку, який утворюється при зв'язуванні OH^- – іонів катодної реакції на сталі і іонів Zn^{2+} анодного процесу на протекторі. Дійсно, утворення гідроксиду цинку пояснює підвищення перехідного опору лакофарбового покриття нанесеного на оцинковану поверхню порівняно з перехідним опором лакофарбових покриттів нанесених на зразки оброблених іншими методами[11].

Висновки

1. Електроіскровий і механічний метод підготовки сталевих поверхонь із застосуванням дискових оцинкованих обертових щіток і комбінованих МОР-НАУ з синергічною дією дозволяє виконувати якісну обробку металів, знизити енергетичні витрати процесу і підвищити клас чистоти поверхні.

2. Введення до складу МОР-НАУ синергічних сумішей катіонно- і аніоноактивних ПАР у молярному їх співвідношенні як 1:1 призводить до підвищення їх поверхневої активності, підвищення адсорбції суміші ПАР, зниження мікротвердості і покращенню пластифікацій поверхні металу.

3. Присутність у складі МОР синергічних сумішей інгібіторів різного механізму дії призводить до гальмування анодної реакції корозії і забезпечує ефективний захист сталі під час електроіскрової обробки.

4. Використання оцинкованої щітки при електроіскровій обробці дозволяє з одночасним утворенням Zn-протекторів, підвищити корозійну стійкість сталі в період між операційного зберігання, а також підвищити перехідний опір і покращити захисні властивості лакофарбових покриттів.

5. Наявність явища синергізму між протекторним захистом і лакофарбовим покриттям пояснюється утворенням гідроксиду цинку в порах фарби, що підвищує її щільність, адгезію і захисні властивості.

Список літератури

1. Высокоэнергетические способы обработки поверхности для защиты металлов от коррозии. – Итоги науки и техники. Коррозия и защита от коррозии. – М.: ВИНТИ. – 1986. – 12. – С. 185-258.
2. Попилов Л.Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. – М.: Машиностроение. – 1969. – 296 с.
3. Левченко С.В., Поляков С.Г., Ледовських В.М. Електрохімічні аспекти впливу ПАР на поверхні трубної сталі при електроіскровій обробці // Вісник національного техн. ун-ту «ХПІ». – 2005. – №16. – С. 96-99.
4. Ледовських В.М. Синергическое ингибирование коррозии стали в нейтральных средах композициями азотистых органических оснований с нитритом натрия // Защита металлов. – 1983. – 19. – №1. – С.84-91.
5. Ледовських В.М., Левченко С.В., Тулайнов С.М. Синергічні екстремуми сумішей інгібіторів корозії металів у водно-солових розчинах // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2013. – №6. – С. 107-111.
6. Ледовських В.М., Поляков С.Г., Левченко С.В., Степанов М.Б. Спосіб обробки поверхні сталі. – Патент України №67694 від 13.03.2013. – Бюл. №5.
7. Ledovskykh V., Vyshnevskaya V., Poznyak S., Brazhnyk I., Levchenko S. Inhibition mechanism analytical prediction and purposeful design of highly efficient mixed-type corrosion inhibitors // Physicochemical mechanics of materials. – Special issue №10. – 2014. – P. 416-420.
8. Чмирь М.М., Васильев В.Г., Кузьмин Ю.Л. Системы протекторной защиты // Нефть. Газ. Промышленность. – 2006. – 23. – №3. – С. 13-16.
9. Ледовських В.М., Левченко С.В., Скоропад В.І. Спосіб протекторного захисту сталі від корозії. – Патент України №94182 від 10.11.2014. – Бюл. №2.
10. Коррозия. Справочник / Под ред. Л.Л. Шрайера. Пер. с англ. – М.: Металлургия. – 1981. – 632 с.
11. Санжаровский А.Т. Физико-механические свойства полимерных и лакокрасочных покрытий. М.: Химия. – 1978. – 183 с.
12. Levchenko S., Ledovskykh V. Spark machining for steel surfaces to improve paint coating quality // Вісник Національного авіаційного університету НАУ. – 2015. – №4(65). – С. 72-76.

Модифікування каучуків волокнистими добавками із вторинних полімерних матеріалів**Вступ.**

В даний час каучуки є одними з основних промислових полімерів для шинної і гумової промисловості і займають близько половини всього світового споживання синтетичних каучуків. Однак, як і у всіх діючих технологічних процесах отримання синтетичних канчуків, існують свої недоліки. Так, наприклад, недосконалості в технології виробництва каучуків на стадії виділення каучуку з латексів призводять до забруднення навколишнього середовища стічними водами.. Тому модифікація каучуків і розробка високоефективних і екологічно чистих технологій їх отримання, які можуть знайти відображення в теорії створення полімерних композиційних матеріалів і бути використаними в технологічних процесах отримання синтетичних каучуків є актуальними.

Усунути існуючі недоліки виробництва каучуків можна шляхом модифікації однієї або декількох стадій технологічного процесу їх виробництва. В якості модифікаторів, що вводяться в полімери, можуть використовуватися різні низько- і високомолекулярні сполуки, як органічного, так і неорганічного походження, які виступають в якості наповнювачів або активних добавок.

При проведенні процесу модифікації полімерів, так само виникає ряд проблем, однією з яких є нерівномірність розподілу добавок, що вводяться в обсязі полімерної матриці. Вирішити ці проблеми можна шляхом створення технології модифікації полімеру на стадії його отримання. [1]

Експериментальна частина.

В якості об'єктів дослідження вибран емульсійний каучук: - СКС-30 АРК.

В табл. 1. представлена характеристика латекса виробництва каучуку СКС-30 АРК (ТУ 38.40355-99).

Таблиця 1

Характеристика латекса производства каучука СКС-30 АРК

Наименование показателя	Значение
Сухой остаток, %	17-22
Поверхностное натяжение, мН/м	54-57
рН латекса	10,0-10,4
Размер латексных частиц, нм	7,5-8,1
Содержание связанного стирола, %	22,0-23,5

Для отримання модифікуючи добавок використали:

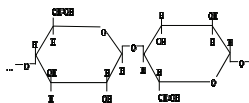
- волокно віскозне - нитку поліамідна для текстильної промисловості;

- нитки льону і льняні з хімічними волокнами;
- нитки швейні бавовняні і синтетичні;
- нитка поліамідна для резини технічних виробів;
- мікрокристалічна порошкоподібна целюлоза;
- стиролвісний олігомер, синтезований з відходів виробництва полібутиадієну.

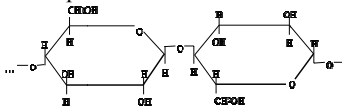
Рентгенівську фотоелектронну спектроскопію проводили за допомогою спектрометра Kratos Axis Ultra DLD (енергії пропускання: оглядовий - 160 еВ, вікна - 20 еВ, зйомка з нейтралізатором).

Волокнисті добавки отримані з целюлозного волокна (бавовняного), гідратцелюлозного волокна (віскозного), поліамідного волокна (капронового) довжиною 2, 5, 10, 15 мм і діаметром 0,05-0,1 мм шляхом подрібнення текстильних відходів легкої промисловості. Структурні формули отриманих волокнистих добавок мають вигляд:

а) природне - целюлозне волокно(бавовняне);

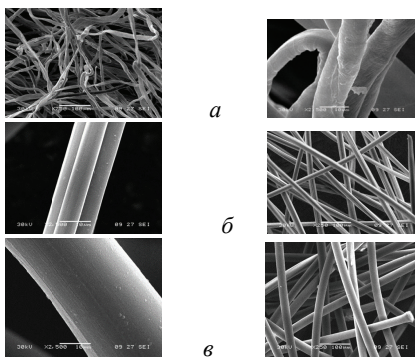


б) штучне - гідратцелюлозного волокно (віскозне);



в) синтетичне - поліамідне волокно (капронове).

Вид волокнистих добавок, отриманий за допомогою растрового електронного мікроскопа JSM-6380 LV представлений на рис.1.1 (а,б,в).



Р

Рис.1. Види волокнистих додатків:

а - бавовняне волокно; б - віскозне волокно; в - капронове волокно.

Дані зображення отримані в режимі вторинної електронної емісії. Для запобігання термічного руйнування зразків і електричної зарядки під дією електронного пучка на зразки було попередньо осаждено покриття золота товщиною 10 нм.

Введення добавок на одній зі стадій виробництва полімерів дозволяє досягти не тільки рівномірного розподілу добавки в обсязі каучукової матриці, але і позитивно вплинути на технологічний процес, знизити втрати каучуку у вигляді дрібнодисперсного крихти з промивними водами з цехів виділення, збільшити продуктивність, підвищити показники вулканізаторів, знизити забруднення навколишнього середовища. Однією з таких добавок, досить широко використовується в шинній і гумотехнічній промисловості, є волокно [2-4].

Волокна в реальних промислових масштабах вводять до складу гумових сумішей на стадії їх приготування [5]. Однак такий спосіб введення не дозволяє досягти рівномірного розподілу наповнювача в обсязі одержуваного композиту. Для забезпечення рівномірного розподілу волокна в обсязі полімерної матриці і збільшення зв'язку волокно - полімерна матриця доцільно волокнисту добавку піддати додатковій обробці [3]. Більш ефективно введення волокнистих добавок в латекс. У зв'язку з цим було вивчено кілька способів введення волокна в латекс. Використовували три види волокон природне (бавовняне), штучне (віскозне), хімічне (капронове) (рис. 1).

Волокнисту добавку - бавовняне волокно - вводили: (сухим); змочений водою; змочений розчином таллового мила; змочений розчином коагулянту; і розчином подкисляемого агента. Розмір волокнистої добавки і її дозування витримували постійними: 5мм і 10кг/т каучуку, для контрастності було вибрано бавовняне волокно, забарвлене в чорний колір.

Рівномірність розподілу волокон в полімері досліджували за такою методикою: відбирали пробу латексу емульсійного каучуку СКС-30 АРК, і вводили волокнисту добавку по одному з описаних вище способів і після перемішування отриману дисперсію виливали на скло. Скло, з латексноволокнистої дисперсією, поміщали в сушильну шафу і збезводнювали до освіти латексної плівки з включеннями бавовняного волокна. Вплив способу введення волокон на їх розподіл в каучуку оцінювали з використанням оптичного мікроскопа по рівномірності розподілу його на просвіт в латексної плівці, а в разі введення з подкисляемого агентом по зрізу одержуваної крихти каучуку. Дані представлені на рис.2.

З рис.2 видно, що зразки, отримані при введенні бавовняного волокна в латекс без будь-якої попередньої обробки (сухим) або з водою не дозволяє отримати однорідні за складом композити. Волокна в латексі сплутуються і утворюють агломерати, які в подальшому при перемішуванні прилипають до пристроями.

Введення волокон у вигляді дисперсії в водному розчині таллового мила робить більш сприятливий вплив на рівномірність розподілу волокна в обсязі латексу. Видно, що волокна розташовуються окремо один від одного в композиті, не утворюючи скупчень. Введення волокна в розчині коагулянту

призводить до отримання композиту з досить високим ступенем однорідності розподілу волокна [4].

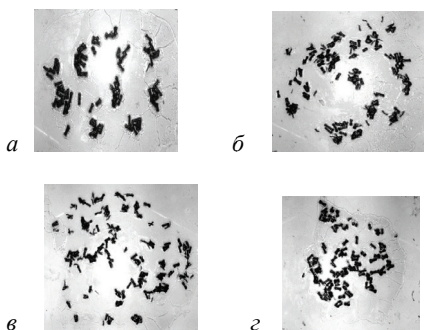


Рис.2. Вплив способу введення волокон на їх розподіл в каучуку:

а - сухі; б - змочені водою; в - змочені розчином таллового мила; г - змочені розчином коагулянту.

Оцінку рівномірності розподілу волокна в полімері при введенні волокна у вигляді дисперсії з підкисляемого агентом проводили по зрізах одержуваного каучуку. Відзначено, що при введенні волокна даними способом досягається рівномірний його розподіл в об'ємі полімеру.

Таким чином, введення волокна сухим або з водою не доцільно. Тому в подальших дослідженнях ці способи введення волокна в каучукові композити не використовували. Для подальших досліджень, було обрано такі способи введення волокнистої добавки: з розчином таллового мила (5% мас.), з коагулянтом (розчин хлориду натрію -24% мас.) і з підкисляемого агентом (2% мас.). Як найбільш раціональні. Однак введення волокна в розчині таллового мила призводить до перевитрати поверхнево-активних речовин (ПАР), тому найбільш доцільно вводити волокно з коагулянтом або підкисляемого агентом.

Результати та їх обговорення

За даними дифрактометрії порошкоподібні целюлозні добавки містяться в каучуку у вигляді окремої фази. Однак за даними малокутового розсіювання присутність в каучуку таких включень наповнювача не призводить до збільшення інтенсивності малокутового розсіювання. Відсутність помітного вкладу добавок в криві малокутлового розсіювання можна пояснити наступними можливими причинами:

- низьким відмінністю в розсіює щільності каучуку і целюлози;
- великим розміром включень добавок, які виходять за межі

дозволу малокутлового дифрактометру (більше ~ 40 нм);

- присутністю в каучуку неоднорідностей густини, розсіювання на яких має значно вищу інтенсивність, ніж розсіювання на включеннях порошкоподібних целюлозних добавок.

Крім того, це приводить до термоокислювального старіння, що обумовлено розривом водородних зв'язків між антиоксидантом і олігомером, що знижує їх експлуатаційні характеристики. Пропоновані в якості агентів міжфазного поєднання, модифіковані стироловмісні олігомери, вводяться в каучук у вигляді водної олігомерної антиоксидантної дисперсії, компоненти котрої, взаємодіють з волокнистими добавками, забезпечують кращу адгезію каучука з волонками і одночасно виконують функцію протистаріння.

Висновки

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

- целюлозні добавки, введені в каучук в кількості 3мас.%, знаходяться в каучуковій матриці у вигляді окремої фази, що має характерну для целюлози кристалічну структуру;
- введення целюлозних добавок в каучук не впливає помітно на однорідність його будови.

Список літератури

1. Кочнев А.М., Галибеев С.С. Модификация полимеров: Монография. – Казань. : Казан. гос. технол. ун-т, 2008. - 533 с.
2. Никулин, С.С., Пугачева И.Н., Черных О.Н. Композиционные материалы на основе наполненных бутадиен-стирольных каучуков. - М.: Издво «Академия Естествознания», 2008. - 145 с.
3. Минигалиев Т.Б., Дорожкин В.П. Технология резиновых изделий: учебное пособие. - Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009.– 236с.
4. Пат. 2108420 D06M10/00, D01F6/74, C08J5/06 Способ обработки арамидного моноволокна, моноволокно, волоконный жгут, изделие, способ его получения и покрывка пневматической шины / Дени Бернар, Жан-Люк
5. Лебедев Е.В. Автор... докт. хим. наук. Киев, 1982. 35с.

*І.О. Мікульонюк, д.т.н.
(Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)*

Основні методи використання зношених авіаційних шин

Розглянуто основні методи поводження з авіаційними пневматичними й масивними шинами, що втратили свої споживчі властивості. Показано, що одним з найбільш перспективних методів є використання гумового порошку, одержаного в результаті подрібнення шин.

У зв'язку з безперервним збільшенням виробництва шин для авіаційного та автомобільного транспорту, сільськогосподарської й дорожньо-будівельної техніки проблема ефективної утилізації зношених шин з кожним роком набуває все більшого економічного та екологічного значення [1, 2].

Найбільш раціональним методом поводження зі зношеними шинами є подовження терміну служби таких шин їх відновленням. Однак цей метод не вирішує основної проблеми утилізації шин, що остаточно втратили споживчі властивості, а лише трохи віддаляє цей момент.

З економічної точки зору найефективнішими методами утилізації є такі, що дають змогу максимально використовувати цінні властивості матеріалів, що містяться в шинах, і передусім – гуми. Адже на відміну від багатьох інших гумових виробів наприкінці свого строку експлуатації шина представляє собою цілком унікальний вид відходів – майже вся вона залишається в первісному виді: ані її склад, ані властивості практично не змінюються.

Найбільш простим, але й найнебезпечнішим для навколишнього середовища та одночасно найбільш недоцільним методом обігу з відпрацьованими шинами є їхнє захоронення, що полягає в облаштуванні відкритих або підземних звалищ і могильників. При цьому захоронення зазнає понад тричвертей (77 %) від загальної кількості зношених шин [3]. Однак суттєве збільшення кількості ділянок під полігони й звалища, а також відсутність контролю над ними часто призводить до забруднення води, ґрунту й повітря, виникнення пожеж, масового розмноження гризунів тощо. Основний недолік захоронення відходів – це безповоротні втрати потенційно поновлюваних матеріалів, тому все більше уваги приділяється методам утилізації.

Не набагато доцільнішими є й методи видалення відходів – використання цілих або частково розрізаних шин для створення хвилерізів, штучних рифів (нерестовищ для риб), запобіжних бар'єрів на швидкісних автошляхах, захисту гідротехнічних споруд, зміцнення укосів берегів рік і каналів. Використовуються зношені шини й зовсім незвичайно: у вигляді виготовлених з них скульптур, рукомийників, смітєвих урн, крісел для сидіння, велосипедних стоянок, підвісних і наземних квітників [2].

До хімічних методів відносять методи, що приводять до глибоких необоротних змін структури речовин компонентів шин і передусім – каучуку. Зазвичай ці методи здійснюються за високих температур і полягають у термічному розкладанні компонентів гуми [4].

Найпростішим з хімічних методів утилізації гумовмісних відходів є їх спалювання, обумовлене досить високою теплотою їх згоряння. Одним же з найбільш відомих і доцільних хімічних методів переробки є піроліз, під час якого з гумовмісних відходів одержують газоподібні, рідкі й тверді продукти в співвідношенні, обумовленому умовами реалізації процесу. Проте, незважаючи на певні переваги піролізу старих шин, він поступово втрачає свої позиції, передусім через невисоку якість кінцевих продуктів.

До фізико-хімічних методів переробки гумовмісних відходів у першу чергу належить регенерація – процес руйнування просторової сітки вулканізованої гуми під час теплового, механічного й хімічного впливу на неї. Після регенерації одержують переважно пластичний продукт, здатний знову перероблятися у вироби. Однак у зв'язку зі зміною властивостей і характеристик одержуваної сировини порівняно з вихідною гумою й підвищенням вимог до нових виробів галузь застосування регенерату досить обмежена й обсяг його виробництва у світі поступово знижується [5].

Девулканізація гуми забезпечує майже повне відновлення вихідної гуми з можливістю повторного формування нової продукції й подальшої її вулканізації. З метою девулканізації гуми застосовують діелектричне нагрівання, височастотну радіацію, короткочасне нагрівання відкритим полум'ям та ін. Однак, ці методи не забезпечують повного відновлення властивостей і характеристик вихідної сировини, вимагають значних витрат і тому не одержали поширення.

Одними з найпоширеніших методів переробки шин є фізичні, до яких відносять дроблення й подрібнення. Незважаючи на уявну простоту, процеси дроблення й подрібнення досить складні, особливо для речовин, що мають пружноеластичні властивості.

Найбільшого поширення серед подрібнювачів набули такі види дробарок як молоткові (дроблення ударом), одновалкові (стирнанням), двовалкові (стиском, стирнанням і зсувом), ножові (різанням) і роторні (стиском, стирнанням, зрушенням і різанням) дробарки й подрібнювачі [6].

Експериментально доведено, що мінімум витрати енергії під час руйнування еластомерів спостерігається як за низьких (приблизно мінус 70–80 °C), так і підвищених (100–120 °C) температур [7].

Подрібнення гуми за негативних температур (криогенне подрібнення) полягає в охолодженні вихідного матеріалу нижче за температуру склування й наступного механічного впливу на нього.

Незважаючи на одержання більш чистої гумової кришки й майже однакових із традиційним подрібненням сумарних витрат енергії, криогенне подрібнення не набуло широкого поширення через значні експлуатаційні витрати і необхідності наявності холодильного обладнання [8]. Крім того, криогенна гумова кришка має відносно невисоку питому поверхню, а не пористу й розвинену, що зменшує її поверхневу активність під час подальшого

використання, тому натепер перевага надається методам подрібнення за підвищених температур (рис. 1).

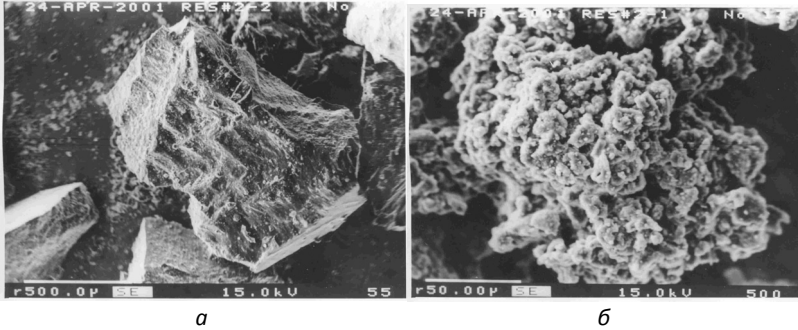


Рис. 1. Гумова кришка, одержана криогенним (а) і в'язкопружним (б) методами подрібнення

Процес подрібнення еластомерів за підвищених температур найбільш ефективно реалізується в роторних подрібнювачах, основними елементами яких є циліндричний корпус із розміщеним у ньому з незначним зазором ротором (рис. 2 [1, 2]). Зазвичай на внутрішній поверхні корпуса й зовнішньої поверхні ротора виконані подрібнювальні елементи. Швидкість зсуву в камері подрібнення таких машин досягає 2500 c^{-1} і вище. Внаслідок значного виділення енергії в подрібнюваного матеріалу корпус і ротор необхідно інтенсивно охолоджувати.

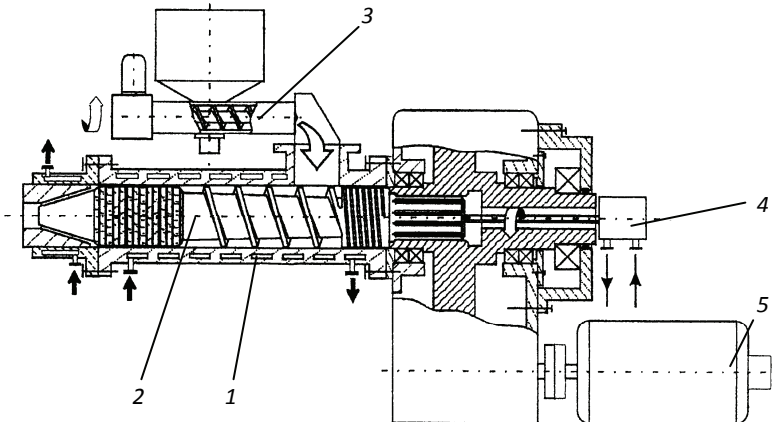


Рис. 2. Конструкція роторного подрібнювача ДЕКСЕР-150 виробництва ПАТ «НПП „Більшовик”» (м. Київ, Україна): 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – дозатор; 4 – система охолодження ротора; 5 – привід

Одержуваний порошок із частинками середнього розміру 150–500 мкм має значну питому поверхню (див. рис. 1,б), внаслідок чого, а також наявності на ній вільних радикалів, утворених під час руйнування вихідних фрагментів відходів, має значну поверхневу активність, що сприяє підвищенню властивостей і характеристик матеріалів і композицій, у яких він буде використаний. При цьому слід зазначити, що зазначені високодисперсні порошки мають і суттєвий недолік, оскільки їхня висока поверхнева активність знижує строк їх зберігання як у чистому виді, так і в складі різних композицій, наприклад, бітумних. Подрібнений гумовмісний матеріал безпосередньо переробляють у різні вироби (шланги, килимки, плити для покриття підлог), застосовують як наповнювачі композиційних матеріалів (наприклад, поліетилен-гумових композицій, з яких виготовляють підрейкові підкладки й т. п.), як добавки в бітуми для виготовлення покрівельних і мастикових матеріалів, як домішки до палива (наприклад, у цементній промисловості), а також при будівництві доріг для його додавання до асфальту або асфальтобетону (при цьому зчеплення шин автомобілів під час дощу з таким покриттям краще, ніж зі звичайним, а гальмівний шлях зменшується вдвічі) [2].

Висновки

Аналіз сучасного стану проблеми утилізації використаних шин дає змогу зробити висновок, що найдоцільнішим є їхнє перероблення на дисперсні матеріали, які можна застосовувати як добавки до різних композиційних матеріалів і як основну сировину для виготовлення маловідповідальних виробів. Однак для досягнення успіху в цій справі слід вирішити не стільки проблему збору й переробки шин, скільки проблему розвитку ринку збуту продуктів їх переробки.

Список літератури

1. Мікульонюк І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. Київ: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. 265 с.
2. Микулёнок И.О. Основные методы использования вышедших из употребления автомобильных шин // Химическая промышленность. 2013. Т. LC (90), № 4. С. 202–212.
3. Переработка покрышек: достоинства и недостатки // Ресурсосберегающие технологии: экспресс-информ. Москва: ВИНТИ, 2007. Вып. 19. С. 6–16.
4. Современное состояние термических методов переработки изношенных шин и резиносодержащих отходов / С. Р. Иванов, М. Ю. Круглова, О. В. Платонова, Б. Н. Оладов. Москва: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. 49 с.
5. Дроздовский В. Ф. Способы получения регенерата. Москва: ЦНИИТЭнефтехим. 1990. 88 с.
6. Соловьёв Е. М., Кузнецова И. А., Тигина О. В. Оборудование для переработки отходов резиновой промышленности. Москва:

ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1987. 36 с.

7. Микулёнок И.О. Предварительная обработка вторичного полимерного сырья // Химическая промышленность. 2011. Т. LXXXVIII (88), № 1. С.24–34.

8. Дроздовский В. Ф. Получение резиновой крошки из амортизованных шин при низких температурах. Москва: ЦНИИТЭнефтехим. 1990. 64 с.

Т.А. Ненастина, к.т.н. (ХНАДУ, Украина),
Ю.К. Гапон, (НТУ «ХПИ», Украина),
Н.Д. Сахненко, д.т.н., (НТУ «ХПИ», Украина),
М.В. Ведей, д.т.н., (НТУ «ХПИ», Украина)

Функциональные свойства покрытий сплавами кобальта

***Аннотация.** Предложены коррозионностойкие электролитические покрытия тернарными сплавами. Обсуждаются результаты исследования гальванохимических процессов осаждения сплавов Co-Mo-W из нетоксичных электролитов. Проанализировано влияние условий осаждения и состава сплава на морфологию покрытий.*

Технологические варианты нанесения металлических покрытий могут быть весьма разнообразными, в частности «горячий», диффузионный, металлизационный, механотермический, химический, гальванохимический, хотя доминантой является последний. К его достоинствам можно отнести простоту и удобство аппаратного оформления, контроля и управления параметрами покрытий, возможность получения многослойных осадков, что весьма важно в условиях массового производства.

Значительное внимание в современных исследованиях [1-3] уделяется тройным сплавам на основе кобальта: Fe-Co-Ni, Co-Mo-P, Co-Mo-W, Ni-Co-B и др., свойства и области промышленного применения которых существенно различаются. Особый интерес представляют сплавы с металлами, которые почти невозможно осадить из водных растворов в чистом виде – вольфрамом, молибденом, цирконием, ниобием и др., но при определенных условиях можно соосадить с кобальтом и другими металлами подгруппы железа [4]. По своим физико-химическим и физико-механическим свойствам сплавы кобальта с тугоплавкими металами могут служить альтернативой покрытиям твердым хромом [5, 6], нанесение которых проводят из электролитов на основе соединений Cr (VI), в виду высокой токсичности отнесенных к экологически опасным производствам.

Цель работы – разработка электрохимической технологии функциональных покрытий сплавами кобальта с тугоплавкими металлами из полилигандных электролитов для получения покрытий с высокой коррозионной стойкостью. Достижение указанной цели предполагало решение задачи по оптимизации состава нетоксичного электролита для нанесения покрытий сплавами кобальта с тугоплавкими компонентами и установление влияния параметров электролиза на структуру и свойства синтезированных сплавов.

Осаждение тернарных сплавов кобальта с тугоплавкими металлами Co-Mo-W проводили из полилигандного электролита униполярным импульсным током амплитудой $2-27,5 \text{ А/дм}^2$ в диапазоне частот f 19–910 Гц, время импульса $\tau_{\text{и}}$ изменяли в пределах $2 \cdot 10^{-3} \div 2 \cdot 10^{-1} \text{ с}$, паузы – $\tau_{\text{п}}$ $2 \cdot 10^{-2} \div 2 \cdot 10^{-1} \text{ с}$; скважность составляла 2–20 [7]. Режимы электроосаждения задавали

потенциостатом ПИ-50-1,1 программатором ПР-8. В качестве растворимых анодов использовали кобальтовые пластины, расположенные параллельно друг другу. Растворы для осаждения сплава готовили из аналитически чистых реактивов: $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, которые растворяли в небольшом количестве дистиллированной воды, после чего растворы смешивали в определенной последовательности, основываясь на результатах предварительных исследований.

В качестве подложки для нанесения покрытий тернарными сплавами использовали медь М0 и сталь марки Ст.3. Подготовительные операции по обработке поверхности образцов проводили по общепринятой методике, в соответствии с природой обрабатываемого материала [8]. Для устранения внешних дефектов и уменьшения шероховатости поверхности перед осаждением покрытий проводили механическую обработку наждачной бумагой. С целью полного удаления следов жировых загрязнений различной природы и улучшения смачивания металла электролитом поверхность обезжиривали в растворе кальцинированной соды с последующими травлением и промывкой в дистиллированной воде.

Химический состав покрытий определяли рентгенофлуоресцентным методом с использованием портативного спектрометра «Спрут». Элементный состав и морфологию поверхности покрытий анализировали сканирующим электронным микроскопом (СЕМ) ZEISS EVO 40XP. Изображения получали при помощи регистрации вторичных электронов путем сканирования электронным пучком, что позволило исследовать топографию с высокой разрешающей способностью и контрастностью. Погрешность измерения содержания компонентов составляла ± 1 масс. %.

Результаты исследования закономерностей образования тернарных сплавов Co-Mo-W подтвердили выдвинутые ранее предположения о проявлении тугоплавкими элементами антагонистических свойств при их соосаждении в сплав из полилигандных электролитов. Анализ кинетических параметров катодного процесса в системе $\text{Co}^{2+} - \text{MoO}_4^{2-} - \text{WO}_4^{2-}$ свидетельствует о реализации сопряженных реакций восстановления гетероядерных комплексов $[\text{CoCitWO}_4]^{3-}$ и $[\text{CoCitMoO}_4]^{3-}$, причем при соотношении концентраций $\text{MoO}_4^{2-}:\text{WO}_4^{2-}$ в электролите 1:2 происходит относительное обогащение сплава молибденом [9].

Введение дополнительного лиганда не изменяет механизм осаждения сплава, а только изменяет предельную плотность тока и в случае введения дифосфат-иона пик восстановления вырождается в волну. Установлено, что при соотношении концентрации сплавобразующих компонентов $c(\text{Co}^{2+})/c(\text{MoO}_4^{2-}) > 2$ замедленной является стадия переноса заряда и последующая химическая реакция.

Изменение состава сплава с ростом плотности тока обуславливает смену морфологии поверхности, причем внутренние напряжения в покрытиях возрастают с увеличением содержания вольфрама, о чем свидетельствует их растрескивание (рис.1).

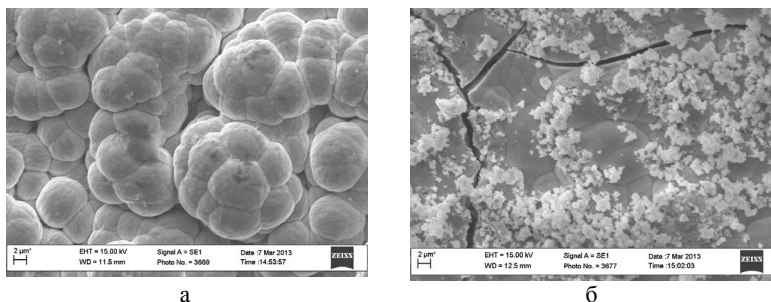


Рис. 1. Микрофотографии (x 2000) сплава Co-Mo-W, осажденного в импульсном режиме при плотностях тока, А/дм²: а – 4, б – 10.

Коррозионную стойкость покрытий сплавом Co-Mo-W оценивали по значениям глубинного показателя скорости коррозии. Из таблицы 1 видно, что скорость коррозии снижается в кислой среде с увеличением общего содержания тугоплавких компонентов.

Таблица 1

Коррозионные характеристики покрытий сплавами кобальта с тугоплавкими металлами

Содержание тугоплавких компонентов ω , % масс.	Скорость коррозии $k_B \cdot 10^3$, мм/год		
	pH 3	pH 7	pH 11
(Mo)= 10,6; (W)= 15,1	0,002	0,001	0,007
(Mo)= 16,1; (W)= 13,8	0,001	0,002	0,008
(Mo)= 18,8; (W)= 12,9	0,008	0,04	0,081

Это происходит за счет того, что вольфрам и молибден способны в присутствии окислителя образовывать оксиды кислотного характера, которые не растворяются в кислых и нейтральных средах. В свою очередь, кобальт проявляет склонность к пассивации в щелочных и нейтральных средах, вследствие чего покрытия и при весьма высоких значениях pH проявляют химическую стойкость.

При увеличении содержания тугоплавких компонентов в составе сплава коррозионная стойкость в щелочной и нейтральной средах снижается и потенциалы коррозии сдвигаются в область более отрицательных значений. Такое поведение сплава можно объяснить тем, что защитные оксиды вольфрама и молибдена в щелочной среде растворяются, а в нейтральном происходит локальное подщелачивание приэлектродного слоя из-за протекания сопряженной реакции водородной деполаризации.

Выводы

1. Установлено, что из полилигандного электролита в условиях стационарного и нестационарного электролиза осаждаются компактные полифункциональные покрытия сплавами кобальта с тугоплавкими компонентами. Варьирование параметров электролиза позволяет получить покрытия сплавами различного состава.

2. Показано, что покрытия сплавами кобальт-молибден-вольфрам являются более коррозионностойкими в средах различной кислотности по отношению к материалам основы, что позволяет использовать их в технологиях противокоррозионной защиты.

Список литературы

1. Кузнецов В. В. Электроосаждение сплава кобальт-молибден / В. В. Кузнецов, З. В. Бондаренко, Т. В. Пшеничкина // Электрохимия. – 2007. – Т. 43. – №3. – С. 367-372.

2. Байрачная Т. Н., Ведь М. В., Сахненко Н. Д. Электролитические сплавы вольфрама: получение и свойства. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 164 с.

3. Valizadeh S. Electrodepositing of cobalt-silver multilayers / S. Valizadeh, G. Holmbom, P. Leisner // J. Surface and coatings technology. – 1998. – Vol. 105. – P. 213-217.

4. Glushkova M. Electrodeposited Cobalt Alloys as Materials for Energy Technology / M. Glushkova, T. Bairachna, M. Ved, M. Sakhnenko // MRS Proceeding. – 2013. – Vol. 1497. – P. 8-16.

5. Ved M. Corrosion and catalytic properties of galvanic binary d6–8 metal alloys / M. Ved, M. Sakhnenko, T. Nenastina // Phys. Chem. Mech. Mater. – 2008. – P. 346-353.

6. Sakhnenko N. D. Functional coatings of ternary alloys of cobalt with refractory metals / N. D. Sakhnenko, M. V. Ved, Yu. K. Hapon, T. A. Nenastina // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2015. – Vol. 88. – №. 12. – pp. 1941–1945.

7. Сахненко М. Д. Функціональні гальванічні покриття багатоконпонентними сплавами – проектування, синтез, діагностика / М. Д. Сахненко, М. В. Ведь, І. Ю. Єрмоленко, Ю. К. Гапон, М. О. Козяр // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – Львів: ФМІ НАН України. – 2016. – Т. 52. – №5. – С. 71–76.

8. Ved' M. V. Modeling of the surface treatment of passive metals /M. V. Ved', M. D. Sakhnenko, O. V. Bohoyavlens'ka, T.O. Nenastina // Materials Science.– 2008. – Vol. 44.– №1. – P.79-86

9. Ведь М.В., Сахненко М.Д. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами : електрохімічний синтез, прогнозування властивостей : Монографія.- Харків: НТУ «ХПІ», 2010.- 272 с.

*В.Д. Обуховська, к.х.н. В.В. Трачевський
(Національний Авіаційний університет, Україна)*

Терморозширений графіт як сорбент для очищення води від нафтопродуктів

Досліджено вплив складу та технологічного процесу отримання терморозширеного графіту на його сорбційні властивості. Розглянута методика та показана ефективність використання терморозширеного графіту для очищення води від нафтопродуктів.

Вступ.

Сучасний рівень використання органічного палива в якості енергоносіїв викликає інтенсивне забруднення всіх компонентів довкілля. Особливо потерпає від забруднення нафтою та нафтопродуктами гідросфера. Нафтопродукти містяться в стічних водах переважної більшості підприємств промисловості, транспорту й сфери послуг, у поверхневому стоці з територій цих підприємств, у відпрацьованих технологічних розчинах різного призначення. Скиди недостатньо очищених промислових та побутових стічних вод, потрапляння забруднювачів з неорганізованим поверхневим стоком з урбанізованих територій, збільшення аварійних ситуацій призводять до розливів нафти і нафтопродуктів. Тому проблема видалення нафтопродуктів з водного середовища стає з кожним роком гострішою.

Існуючі методи ліквідації екологічних наслідків аварій з нафтопродуктами недосконалі і практично не призводять до мінімізації впливу аварій на довкілля [1]. Перевагами основних методів ліквідації нафторозливів з поверхні води є те, що вони сприяють локалізації, збору і утилізації нафти і нафтопродуктів, які є високотоксичними сполуками. Але практично в кожного методу є свої недоліки.

Серед існуючих методів очищення води від нафтопродуктів найбільш доцільним є метод сорбційного очищення з використанням сорбентів різного типу [2]. Перевагами методу є висока ефективність, різноманітність форм та широкий спектр видів сорбентів, що можуть забезпечити очищення води до будь-якого потрібного рівня.

Терморозширений графіт [3] або термографеніт [4] – це група матеріалів із графітоподібною структурою, які одержують при швидкому нагріванні (термоударі) сполук інтеркалювання графіту (СІГ) або їх гідролізованих форм.

Проводячи сорбцію нафти з поверхні води різними матеріалами, виявлено, що вуглецеві матеріали, на відміну від інших, утворюють консолідований шар з нафтопродуктами, що забезпечує кращий збір, наступний віджим нафти та утилізацію використаного сорбенту. Дослідження ефективності очищення води від нафтопродуктів виконують по сорбції емульгованих і розчинених в воді вуглеводами отриманими зразками терморозширеного графіту (ТРГ), вимірюванням ступеня вилучення

нафтовмісних забруднень порошками ТРГ та дослідженням залежності адсорбції поглинання гранульованим ТРГ нафтопродуктів з водного розчину від часу витримки.

Метою цієї роботи є дослідження адсорбційного методу очищення води від нафтопродуктів за допомогою терморозширеного графіту з високими сорбційними властивостями.

Експериментальна частина.

Для підтвердження результатів щодо вибору умов і режимів отримання ТРГ у сірчаній кислоті з метою отримання адсорбента з ТРГ з високою питомою поверхнею, були розглянуті партії сполук [5]. Синтез виконують в гальваностатичному режимі в 80% H_2SO_4 в малогабаритному електролізері із завантаженням сухого графіту до 50 г при товщині вуглецевого шару в 15 мм.

Ступінь вилучення нафтовмісних забруднень порошками ТРГ визначають наступним чином. Для цього ТРГ в кількості 100 мг на 1 л стічної води містять в склянку, вміст якої перемішують магнітною мішалкою (100-125 об/хв).

Оцінку адсорбційної ємності бісульфатних зразків порошкоподібного ТРГ (250°C) проводять на модельних водних розчинах із вмістом нафтопродуктів 200-500 г/л.

Маса зразка становить 100 мг/л, який витримується статично в зануреному стані в модельних розчинах певний час. Потім ТРГ поміщають на сітку для вільного стікання нафтопродуктів (5 хв), після чого визначають збільшення маси зразка.

Результати та їх обговорення

У табл.1 представлені умови, режими синтезу ТРГ, який отримують гальваностатичною обробкою, а також властивості ТРГ. Для зразку отриманого в H_2SO_4 визначено, що, незважаючи на більш низькі значення $d_{ТРГ}$ при 900°C, питома поверхня пінографіту при 250°C на 25-30% вище. Більш високі значення питомої поверхні для зразків ТРГ (250°C) і в цьому випадку обумовлені підвищеним вмістом аморфного вуглецю, який вигоряє, при високотемпературному (900°C) спіненні.

Таблиця 1

Режими синтезу та властивості ТРГ на основі сполук, отриманих гальваностатичною анодною обробкою графіту ГТ в кислоті при 100 мА · год/г

Кислота	E_a , В	U_{cp} , В	Q_{num} , мА·год/г	B_c , %		$d_{ТРГ}$, г/см ³		S_{num} , м ² /г	
				900°С	250°С	900°С	250°С	900°С	250°С
80 % H_2SO_4	2,4- 2,5	5,9	400	70,8	81,2	1,2	2,0	87	111

Ступінь вилучення нафтовмісних забруднень порошками ТРГ наведена в табл.2. Як випливає з даних таблиці, зразки ТРГ виявляють високу ступінь вилучення нафтопродуктів, більш ефективно працюють адсорбенти, одержані терморозширенням при 250°С.

Таблиця 2

Результати очищення нафтовмісних стічних вод ($C_{поч} = 102,6$ мг/л) терморозширенням графітом (100 мг/л) витримкою протягом 30 хв

Вид ТРГ	Бісульфатний	
	900°С	250°С
Кінцева концентрація, мг/л	7,31	4,92
Ступінь вилучення, %	92,8	95,2

На рис.1. наведена залежність сорбційної ємності бісульфатного ТРГ (250°С) від часу витримки в модельних розчинах. Вуглецевий сорбент набирає, незалежно від вмісту нафтопродуктів в модельному розчині, максимальний приріст за 50-60 хв., при цьому сорбційна ємність досягає 60 г/г вуглецевого сорбенту.

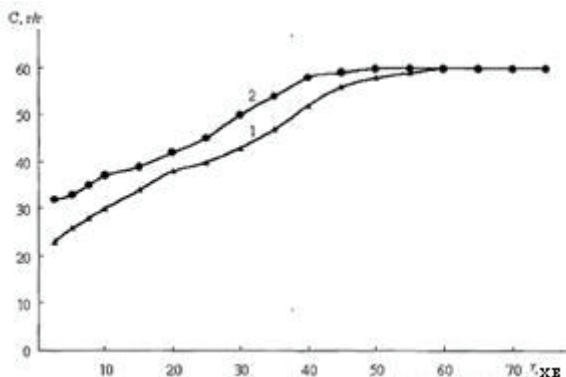


Рис.1. Залежність сорбційної ємності бісульфатного ТРГ (250°C) від часу витримки в модельних розчинах, що містять нафтопродукти: 1 - 200 г/л; 2 - 500 г/л

Висновки

Таким чином, змінюючи умови і режим електрохімічного синтезу ТРГ з сірчаною кислотою, можливо, у певних межах змінювати його властивості. Переокисненні сполуки мають аморфізовану графітову матрицю і знижену температуру терморозширення. Отримані на їх основі терморозширені графіти володіють високою питомою поверхнею і є ефективними сорбентами для очищення води від нафтопродуктів.

Список літератури

1. Зеленько Ю. В. Ліквідація екологічних наслідків транспортних аварій з нафтопродуктами. – К.: НАУ, 2005. – 19 с.
2. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов.—Л.: Недра, 1983.—263 с.
3. Семенцов Ю.И., Пятковский М.Л. Терморасширенный графит. Неорганическое материаловедение. Энциклопедическое издание в 2-х томах/ Под ред. Г.Г. Гнесина и В.В. Скорохода. – Киев, 2008. Т.2, Кн.2. – С.410-425.
4. Черныш И.Г., Карпов И.И., Приходько Г.П., Шай В.М. Физико-химические свойства графита и его соединений. – К.: Наук. Думка, 1990. – 220 с.
5. Дедов А.В., Назаров В.Г. Эффективность применения терморасширенного графита в качестве сорбента нефтепродуктов. – М.: Мембраны, 2001. – 135 с.

*О.Є. Колосов, д.т.н.; В.О. Олексієн, аспірант;
О.Л. Сокольський, к.т.н.; І.І. Івіцький, к.т.н.;
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна)*

Екструдер пристрою для тривимірного друку

Запропоновано нове конструктивне виконання каналу для приймання прутка полімерного матеріалу екструдера пристрою для тривимірного друку.

Для тривимірного друку об'єктів з полімерних матеріалів поширення набули конструкції, які створюють об'єкти шаровим нанесенням розплавленого матеріалу. Одними з їх основних робочих органів є екструдери, в яких прутки полімерного матеріалу розплавляються та видавлюються у вигляді нитки розплаву. Найбільш розповсюдженим є сопловий модуль для 3D-прінтерів, який містить механізм подачі прутка полімерного матеріалу, канал для приймання прутка полімерного матеріалу, нагрівальний блок і сопло [1]. Проте він не забезпечує достатньої швидкості плавлення полімерного матеріалу та можливості її регулювання. Регулювання швидкості плавлення в деякій мірі досягається в екструзійній головці для 3D-прінтера, яка містить сопло та двокомпонентний подовжній канал для приймання прутка полімерного матеріалу з можливістю переміщення одного компонента відносно другого [2]. Недоліком даної конструкції є неможливість регулювання товщини нитки розплаву під час роботи.

В основу запропонованої розробки покладено задачу вдосконалення екструдера пристрою для 3D-прінтерів, конструктивне виконання якого забезпечує збільшення швидкості плавлення полімерного матеріалу та можливість регулювання товщини нитки розплаву під час роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що в екструдері для 3D-прінтерів за заявкою [3], який містить механізм подачі 1 прутка полімерного матеріалу 2, канал 3 для приймання прутка полімерного матеріалу 2, нагрівальний блок 4 і сопло 5, в каналі 3 встановлено дорн 6 (рис. 1). В найбільш прийнятному варіанті конструктивного виконання дорн виконано з можливістю осьового переміщення відносно каналу 3 та зміни перерізу отвору сопла 5, а прутки полімерного матеріалу виконано трубчастого перерізу.

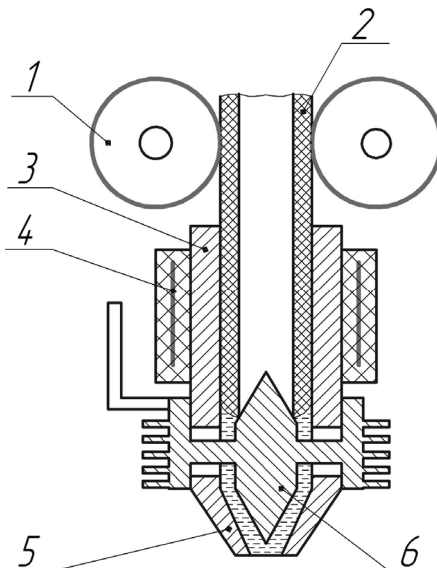


Рис.1 – Екструдер пристрою для тривимірного друку

Пруток 2 подається механізмом подачі 1 до каналу 3, де під дією тепла від нагрівального блоку 4 починає плавитись. Проходячи між нагрітими стінками каналу 3 та дорна 6, ефективність плавлення прутка полімерного матеріалу зростає, що дає змогу підвищити швидкість його подачі. Завдяки можливості осьового переміщення дорна 6 відносно каналу 3 він може регулювати переріз отвору сопла 5 або перекривати його, регулюючи товщину нитки розплаву та виконуючи функцію запорного клапану.

Висновки

За рахунок використання запропонованого технічного рішення досягається збільшення швидкості плавлення полімерного матеріалу та можливість регулювання товщини нитки розплаву під час роботи, що сприяє збільшенню швидкості та точності дії пристрою.

Список літератури

1. Пат. US № US2016279853A1, МПК B29C 47/1018, B29C 67/0074, опубл. 29.09.2016.
2. Пат. AU № AU2015203875A1, МПК B29C 31/04, B29C 67/00, опубл. 28.01.2016.
Заявка u201611462, МПК B29C 47/16 (2015.01). Екструдер пристрою для тривимірного друку / Сокольський О.Л., Івцький І.І., Олексішен В.О.; дата подання 22.11.2016.

Г.Ю. Пінчук, І.В. Шевцов, к.х.н. В.В. Трачевський
(Національний Авіаційний університет, Україна)

Модифікація каучуків спеціального призначення вуглецевими наноматеріалами

Було досліджено міцнісні, термічні і пружні властивості, визначена стійкість тіоколу, композицій на основі бутадієн-нітрильного каучуку, що містить одношарові вуглецеві нанотрубки (0,1мас.%) до агресивних середовищ. Доведено, що введення 0,1мас.% вуглецевих нанотрубок в гуму, на основі БНК і тіоколу, призводить до збільшення міцнісних, термічних властивостей і стійкості композицій до агресивних середовищ.

Вступ.

В елементах авіаційних конструкцій великих розмірів і невисокої жорсткості використовують гумові теплозахисні покриття, які не руйнуються при деформації конструкції. Використання гум для надзвукових літаків і космічних кораблів обмежено через високі вимоги до тепло- і морозостійкості матеріалів, а також до їх стійкості в умовах дії радіації і в вакуумі. Тому, розробка нових гум із покращеними характеристиками є актуальною проблемою [1].

Властивості гуми можна істотно модифікувати шляхом введення наповнювачів різної хімічної природи, форми, розміру і питомою поверхнею. В даний час великий науковий і прикладний інтерес представляє можливість використання наноструктурованих матеріалів в гумах, зокрема вуглецевих, що володіють особливим комплексом властивостей. Однак, використання еластомерів стримується притаманною таким наноструктурам схильністю до самоасоціації. Тому основним завданням при створенні еластомерних нанокомпозитів є дезагрегація агломератів наноструктур і включення їх у полімерну матрицю [2].

Метою цієї роботи є дослідження впливу багатшарових вуглецевих нанотрубок (ВНТ) на експлуатаційні характеристики гум на основі бутадієн-нітрильного каучуку при різних способах їх попередньої обробки та введення до складу гум.

Бутадієн-нітрильний каучук (БНК) - синтетичний полімер, продукт радикальної кополімеризації бутадієну з акрилонітрилом у водній емульсії, при 30°C (високотемпературні) і при 5°C (низькотемпературні).

Зараз БНК завдяки високій стійкості до дії агресивних агентів широко використовуються при виготовленні різних маслобензостійких гумотехнічних виробів. Однак, переробка бутадієн-нітрильних каучуків ускладнена через високу жорсткість, яка обумовлена великою міжмолекулярною взаємодією [3].

Вирішити цю проблему можна завдяки модифікації бутадієн-нітрильного каучуку реакційно здатними рідкими олігомерами. До таких олігомерів відносяться полісульфідні олігомери (тіоколи), які широко використовуються у виробництві герметизуючих композицій [4]. А отже,

з'являється можливість знизити енергетичні витрати під час переробки за рахунок зниження в'язкості і твердості гумової суміші зі збереженням її механічних властивостей.

Використання ВНТ в якості модифікатора наповнених гум, навіть при мінімальному їх вмісті (0,1 мас.%) може забезпечити підвищений рівень міцності гум у порівнянні з традиційними матеріалами.

З цієї точки зору, модифікація бутадієн-нітрильного каучуку тіоколом та ВНТ є актуальним завданням. Рішення цього завдання може призвести до підвищення пружних, міцнісних властивостей гуми зі збереженням високої технологічності гумових сумішей при переробці.

Експериментальна частина.

У цій роботі була використана наповнена гумова суміш на основі бутадієн-нітрильного каучуку БНКС-40 і тіоколу.

В якості наповнювача виступав технічний вуглець, а в якості модифікатора – вуглецеві нанотрубки.

ВНТ отримували методом каталітичного хімічного осадження з парової фази (CCVD), шляхом піролізу вуглеводнів на комплексних металооксидних каталізаторах. Синтез ВНТ проводили в обладнанні з реактором об'ємом 30 дм³ і виходом близько 1,5 кг продукту за день. Згідно з українським стандартом (ТУ U 24.103291669-009:2009 (ISC NAS of Ukraine), середній діаметр ВНТ був 10-20 нм, питома поверхня, яку визначали за десорбцією аргону, була 200-400 м²/г, насипна щільність - в межах 20-40 г/дм³.

Введення ВНТ у полімерну матрицю здійснювали на високошвидкісному змішувачі з наступною гомогенізацією на перетиральній тривальцевій машині.

Для максимально можливого ступеня диспергування агломератів наноструктур використовували метод ультразвукової обробки вуглецевих нанотрубок з одночасною функціалізацією поверхні наночастинок поверхнево активною речовиною.

Гумові суміші готували на лабораторному змішувачі, температура змішування – 100°C, час змішування – 6 хв, швидкість обертання роторів – 60 об/хв.

ВНТ в кількості 0,1 мас.%, вводили в тіокол на дисольвері зі швидкістю обертання роторів 300 об/хв протягом 5 хв в змішувальну камеру дисольвера.

Далі отримана композиція на основі тіоколу вводилася в гумову суміш на основі БНКС-40 на холодних вальцях на протязі 20 хв.

Потім на вальцях вводилися компоненти вулканізуючої системи: пара-хінондіоксим (3 мас.%) діоксид марганцю (6 мас.%), тіурам Д (0,6 мас.%), дифенілгуанідин (0,2 мас.%). Загальний час змішування на вальцях становить 13 хв. при температурі не більше 40°C.

Для оцінки міцності властивостей на основі отриманих композицій були виготовлені гуми в вулканізаційному пресі при 150°C, протягом 20 хв.

Результати та їх обговорення

У табл.1 представлені пружні і міцнісні властивості гум на основі БНК і тіоколу при варіюванні вмісту останнього 10-30 мас. ч., з вмістом нанотрубок

0,1 мас.%. З табл.1 видно, що введення нанотрубок до композиції на основі БНК і тіоколу призводить до підвищення міцності при розриві на 20%, і модулю при подовженні на 100%. При цьому відбувається зниження відносного подовження при розриві на 30%.

Висока збалансованість паливо-, масло- і термостійкості дає можливість використовувати БНК для широкого кола гумотехнічних виробів.

У зв'язку з цим, використання ВНТ в складі композицій на основі бутадієн-нітрильних каучуків може поліпшити стійкість композицій до дії палив і олів [5].

Таблиця 1.

Пружні і міцнісні властивості наповнених технічним вуглецем гум на основі каучуку БНКС-40 з тіоколом, які модифіковані ВНТ

Композиція, БНК/тіокол, мас.%	Пружні і міцнісні властивості при різному вмісту ВНТ(мас.%)					
	ϵ , %		σ_{100} , МПа		σ , МПа	
	0	0,1	0	0,1	0	0,1
90/10	330	200	4,1	12	15	18
80/20	300	190	4	11	14,4	18
70/30	340	180	3,6	10	13,3	17

ϵ , %- відносне подовження при розриві; σ_{100} - модуль при подовженні 100%;
 σ - умовна міцність при розриві

Тому, є актуальною оцінка стійкості композицій на основі БНК і тіоколу, модифікованого ВНТ, до агресивних середовищ.

Бензин, тосол і мінеральне масло були обрані, як агресивні середовища. Стійкість гумових сумішей оцінювали по збереженню міцнісних властивостей. На рис. 1, 2 і 3 представлені коефіцієнти стійкості по збереженню міцності в середовищі тосолу, бензину і мінерального масла при 23°C, протягом 70 год., композицій модифікованих ВНТ.

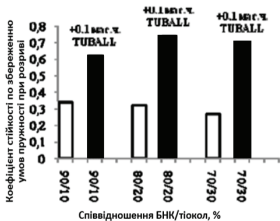


Рис. 1. Стійкість композицій БНК/тіоколу до бензину по збереженню міцнісних властивостей

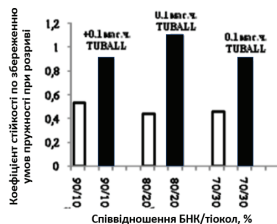


Рис. 2. Стійкість композицій на основі БНК і тіоколу в тосолі по збереженню міцносних властивостей

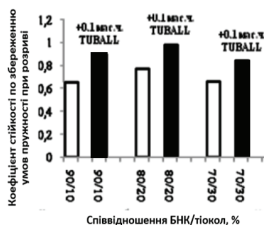


Рис. 3. Стійкість композицій на основі БНК і тіоколу в мінеральному маслі по збереженню міцносних властивостей

З рис. 1, 2 і 3 видно, що введення ВНТ значно збільшує стійкість гум до таких середовищ, як бензин, тосол і мінеральне масло. Це дозволяє рекомендувати їх для використання композицій на основі БНК і тіоколу, модифікованих ВНТ, в виробках, що експлуатуються в даних середовищах.

Термічна стабільність отриманих нанокомпозицій була досліджена методом термогравіметричного аналізу на дериватографі Q-1500 в динамічному режимі зі швидкістю нагріву 5°C/хв і в діапазоні температур 23 - 600 °C. Дані ДТА для композицій представлені в табл.2.

Таблиця 2.

Дані ДТА для нанокомпозицій на основі БНК і тіоколу

Показники	Композиція, співвідношення БНК – 40/тіокол з різним вмістом вуглецевих нанотрубок, (мас.%.)					
	90/10		80/20		70/30	
	0	0,1	0	0,1	0	0,1
$T_{5\%}^{0\circ C}$	308	325	290	355	266	380
$T_{10\%}^{0\circ C}$	380	399	365	398	345	400
$T_{15\%}^{0\circ C}$	485	480	480	480	480	480

З табл.2 видно, що у вулканізаторів температура початку деструкції знижується при збільшенні вмісту тіоколу в композиції, що обумовлено впливом термічно лабільних S-S і SH зв'язків в тіоколі.

При введенні ВНТ в нанокомпозиції, спостерігається підвищення температури деструкції. При подальшому підвищенні втрати маси, дані ефекти

практично повністю нівелюються і термічна стабільність для всіх зразків знаходиться на одному рівні.

Висновки

Таким чином, введення ВНТ в кількості 0,1 мас.% в гуму на основі БНКС-40 і тіоколу призводить до суттєвого підвищення міцнісних, термо - і агресивостійкості композицій.

Крім того, вулканізати модифіковані нанотрубками, відрізняються більш високим ростом модуля пружності і твердістю порівняно з контролем.

Список літератури

1. Вольмир А. С., Павленко В. Ф., Пономарев А. Т., Механика полимеров, № 1, 105 (1972).
2. Бадамшина Э. Р., Гафурова М. П. Высокомолек. Соед. Серия Б, 2008, том 50, 8. – С. 1572.
3. Башкатов Т. В., Жигалин Я. Л. Технология синтетических каучуков. Л.: Химия. 1987.
4. Минкин, В. С. Промышленные полисульфидные олигомеры: синтез, вулканизация, свойства/ В. С. Минкин, Р. Я. Дебердеев, Ф. М. Палютин, Ю. Н. Хакимуллин. – Казань: Новое знание, 2004. – 176с.
5. С. И. Вольфсон, Р. К. Сабилов, Композиционные материалы на основе полиолефинов, эластомеров и слоистых нанонаполнителей. Издательство «Ф-н» Академии наук РТ, Казань, 2013. – 167.

І.М. Зінь, д.т.н.,
М.Б. Тимусь, к.т.н.,
О.П. Хлопик, пров. інж.
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
НАН України, Україна),
Т.Я. Покин'єброда, пров. інж.
(Відділення фізико-хімії горючих копалин ІнФОВ ім. Л.М. Литвиненка НАН
України, Україна).

Інгібування корозії дюралюмінієвого сплаву (Д16Т) рамноліпідним біокомплексом (РБК) та супернатантом культуральної рідини (СКР) у корозивних середовищах

*Встановлено, що біогенні поверхнево-активні речовини (біоПАР) – продукти біосинтезу бактеріального штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 (супернатант культуральної рідини та рамноліпідний біокомплекс) – за відносно невеликих концентрацій є ефективними інгібіторами корозії алюмінієвого сплаву Д16Т у дистильованій воді та 0,1% розчині натрій хлориду. За досягнення критичної концентрації міцелоутворення подальше підвищення вмісту біоПАР в корозивному середовищі не впливає на його захисний протикорозійний ефект.*

Для захисту металів широко використовують інгібітори корозії на основі екологічно шкідливих відходів хімічної та нафтохімічної промисловості [1, 2]. Тому, розробка нового класу інгібіторів, що не забруднюють навколишнє середовище та є ефективними для захисту металевих виробів і конструкцій за різних умов, представляє науковий та практичний інтерес. Поверхнево-активні речовини біологічного походження (біоПАР) є низько токсичними, їх використання економічно вигідне [3]. Ефективність біоПАР обумовлена їх здатністю за малих концентрацій істотно знижувати поверхневий і міжфазний натяг водних розчинів, утворювати дрібнодисперсні та стабільні емульсії. За своїми основними характеристиками вони не поступаються синтетичним ПАР. В цьому плані заслуговують уваги супернатант культуральної рідини (СКР) і поверхнево-активний рамноліпідний біокомплекс (РБК), які є продуктами біосинтезу бактеріального штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 [4, 5]. Це нетоксичні, біодеградуабельні препарати природного походження, які є ефективними в широкому діапазоні температури, *pH* та концентрацій солей. Оскільки протикорозійні властивості цих біоПАР практично не досліджувалась, метою даної роботи було вивчення їх інгібувальної ефективності та особливостей механізму захисної дії стосовно корозії дюралюмінієвого сплаву у дистильованій воді та хлоридвмісному розчині.

Матеріали та методики. Використовували зразки з площею робочої поверхні 1 см², виготовлені з дюралюмінієвого сплаву Д16Т (ГОСТ 4784-97), який широко застосовується в авіації, на транспорті та у будівельній промисловості. Поверхню зразків перед зануренням у корозійне середовище

обробляли шліфувальним папером марки P320 та знежирювали ацетоном. Корозійно-електрохімічні дослідження сплаву здійснювали за кімнатної температури методом потенціодинамічної поляризації на потенціостаті Auto Tafel (ACM Instruments), з'єднаному з комп'ютером. Вимірювання здійснювали за триелектродною схемою: робочий електрод – сплав Д16Т, електрод порівняння – хлоридсрібний, допоміжний – платиновий. Струми корозії сплаву визначали екстраполяцією тафелевських ділянок поляризаційних кривих за допомогою комп'ютерної програми Auto Tafel Analysis. Зразки досліджували у дистильованій воді та в 0,1%-ному розчині NaCl за додавання до них супернатанту культуральної рідини (СКР) або 0,5% водного розчину поверхнево-активного рамноліпідного біокомплексу (РБК) – продуктів біосинтезу бактеріального штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 [4, 5] у кількості 0,25 г/л; 0,5 г/л; 2 г/л та 4 г/л.

Результати та їх обговорення. Потенціодинамічними дослідженнями виявлено зменшення швидкості корозії зразків сплаву Д16Т у дистильованій воді внаслідок додавання СКР штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 (рис. 1). Як видно з рис. 1, електрохімічна корозія сплаву у дистильованій воді з різною концентрацією біоПАР протікає при змішаному контролі зі зміщенням потенціалу корозії $E_{кор}$ в бік позитивніших значень. В розчині з 4 г/л СКР зменшення величини струму корозії $i_{кор}$ порівняно з неінгібованим середовищем спостерігається вже після 3 год експозиції (рис. 1а). Захисний ефект СКР зберігається і після 96 год витримки (рис. 1б). При цьому він найбільший в розчині з концентрацією 4 г/л СКР, тут значення $i_{кор}$ сплаву в 3,2 ...3,4 рази менше порівняно з неінгібованим середовищем. У водному розчині інгібувальна дія молекул культуральної рідини може бути пов'язана з їх адсорбцією на металевій поверхні.

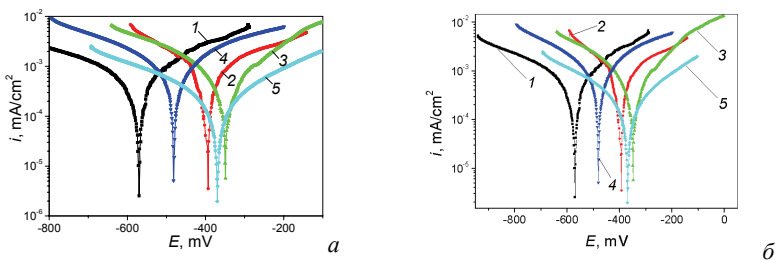


Рис. 1. Поляризаційні криві алюмінієвого сплаву Д16Т після 3 год (а) та 96 год (б) витримки у дистильованій воді з різною концентрацією СКР: 1 – неінгібований розчин; 2 – 0,25 г/л; 3 – 0,5 г/л; 4 – 2 г/л; 5 – 4 г/л.

Виділений з СКР штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 рамноліпідний біокомплекс також має інгібувальні властивості. На це вказують дані потенціодинамічних поляризаційних досліджень сплаву в дистильованій воді з додаванням 0,5% водного розчину РБК (рис. 2). Корозія сплаву Д16Т після 3 год експозиції в інгібованих розчинах (рис. 2а) відбувається за змішаним

контролем. При цьому $E_{кор}$ сплаву має більш позитивні значення, ніж у неінгібованому середовищі. Після 96 год витримки в інгібованих середовищах анодний контроль корозії металу починає дещо переважати (рис. 2б), що може вказувати на сильнішу адсорбцію поверхнево активної речовини на анодних ділянках. Струми корозії металу в інгібованих середовищах зменшуються по мірі зростання в них концентрації РБК та зі збільшенням часу витримки зразків (рис. 2). Це може свідчити про першочергову адсорбцію органічних молекул РБК на анодних ділянках металу з подальшим утворенням захисної плівки, тобто відбувається гальмування реакцій окислення, запобігання транспортування води та корозійноактивних частинок до поверхні металу [6].

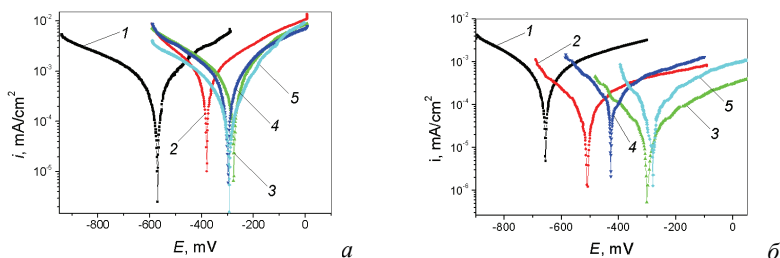


Рис. 2. Поляризаційні криві алюмінієвого сплаву Д16Т після 3 год (а) та 96 год (б) витримки у дистильованій воді з додаванням 0,5% розчину рамноліпідного біокомплексу: 1 – неінгібований розчин; 2 – 0,25 г/л; 3 – 0,5 г/л; 4 – 2 г/л; 5 – 4 г/л.

Таким чином, як рамноліпідний біокомплекс, так і супернатант культуральної рідини штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 здатні інгібувати корозію алюмінієвого сплаву у дистильованій воді. Струм корозії сплаву Д16Т у дистильованій воді мінімальний за додавання 4 г/л СКР і знаходиться в межах 1,3...1,7 мА/см². Розчин рамноліпідного біокомплексу більш ефективно інгібує корозію алюмінієвого сплаву у дистильованій воді, ніж культуральна рідина. При концентрації РБК у воді 4 г/л струм корозії сплаву знаходиться в межах 0,6...1,5 мА/см².

Раніше було встановлено [6], що СКР та РБК штаму *Pseudomonas* sp. PS-17 належать до ПАР змішаного типу – аніоно-неіоногенних. Elewady з колегами зробили висновок [7], що молекули синтетичних аніонних поверхнево-активних речовин здатні інгібувати корозію алюмінію в агресивному середовищі за рахунок адсорбування на його поверхні. При цьому захисний ефект цих синтетичних ПАР зростає разом зі збільшенням їх концентрації в розчині. Frignani з колегами [8] відносять гальмування локальної корозії алюмінієвого сплаву аніонними ПАР за рахунок їх адсорбції на окисидному шарі металу завдяки полярним (негативно зарядженим) гідрофільним групам. Здатність деяких неіоногенних синтетичних ПАР захищати метал від корозії у кислому хлоридному розчині підтверджена авторами роботи [9] з використанням методів потенціостатичної поляризації, вимірювання потенціалу вільної корозії та гравіметрії. Ці дослідження виявили

високу протикорозійну ефективність синтетичних неіоногенних ПАР, навіть за низьких концентрацій. Інгібувальний ефект цих ПАР збільшується зі зростанням їх вмісту у робочому розчині і досягає максимуму за критичної концентрації міцелотворення [9].

Слід відзначити, що у водному розчині хлориду натрію характер інгібування корозії сплаву рамноліпідним біокомплексом дещо змінюється (рис. 3). Після 3 год витримки катодний контроль корозії алюмінієвого сплаву є більш вираженим. Спостерігається менший вплив зміни концентрації РБК у хлоридвмісному розчині на швидкість протікання анодної та катодної реакцій. Значення струмів корозії металу в 0,1% розчині NaCl з додаванням РБК є навіть дещо меншими від $i_{кор}$ сплаву в середовищі дистильованої води (табл. 1). В роботі [10] роблять висновок, що аніонні ПАР можуть бути ефективними інгібіторами локальної корозії сплаву АА 2139 в хлоридвмісному середовищі. Також відзначають [10], що хлорид-іони полегшують процес гідратації оксидної плівки на алюмінієвому сплаві. Захисні властивості плівки при цьому погіршуються. Водночас, як вказують ці автори на основі даних електронно-зондового мікроаналізу, присутня у розчині аніонна ПАР може усувати хлорид-іони з поверхні оксиду алюмінію [10]. Виходячи з цієї інформації та даних поляризаційних досліджень (рис. 3 та табл. 1), можна припустити, що досліджувані біоПАР також можуть діяти за подібним механізмом і бути достатньо ефективними в інгібуванні корозії алюмінієвих сплавів в хлоридвмісних середовищах.

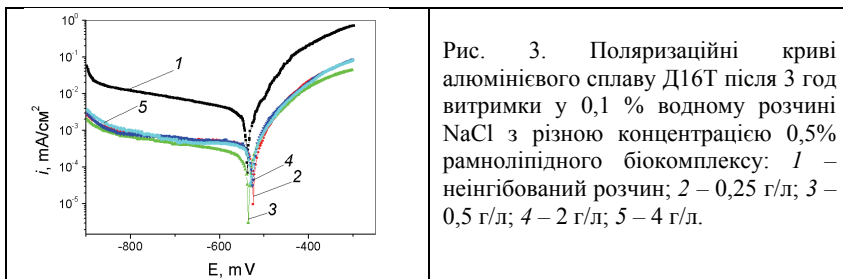


Рис. 3. Поляризаційні криві алюмінієвого сплаву Д16Т після 3 год витримки у 0,1 % водному розчині NaCl з різною концентрацією 0,5% рамноліпідного біокомплексу: 1 – неінгібований розчин; 2 – 0,25 г/л; 3 – 0,5 г/л; 4 – 2 г/л; 5 – 4 г/л.

Таблиця 3. Потенціали (E_{cor}) та струми корозії (i_{cor}) сплаву Д16Т після 3 год витримки у 0,1 % розчині NaCl з різною концентрацією рамноліпідного біокомплексу

Характеристика	Концентрація РБК у 0,1 % розчині NaCl, г/л				
	–	0,25	0,5	2,0	4,0
E_{cor} , мВ	580	550	575	570	570
$i_{cor} \times 10^{-4}$, мА/см ²	14	2,4	1	3	2

Висновки

1. Виявлено, що біоПАР продукти біосинтезу штаму *Pseudomonas sp* PS-17 (СКР та РБК) здатні інгібувати корозію алюмінієвого сплаву Д16Т у дистильованій воді та 0,1% розчині натрій хлориду за відносно невеликих концентрацій.
2. Встановлено, що за досягнення критичної концентрації мицелоутворення подальше підвищення вмісту біоПАР в корозивному середовищі не приводить до збільшення його захисного протикорозійного ефекту. Механізм інгібування корозії полягає в адсорбції молекул біоПАР на поверхні алюмінієвого сплаву з утворенням бар'єрної плівки.

Список літератури

1. D.A. Raval, V.M. Mannari. Imidasoline derivatives as corrosion inhibitors// Res. and Ind. - 1994. - 39, № 2. - P. 94-95.
2. А.И. Алцыбеева, С.З. Левин. Ингибиторы коррозии металлов (справочник). Л.: Химия, 1968. – 264 с.
3. Kolwzan B., Biazik J., Czarny A., Zaczynska E., Karpenko E. Assessment of toxicity of biosurfactants produced by *Pseudomonas* PS-17// Ekotoksykologia w ochronie srodowiska.Wyd. PZITS nr 884. 2008. – P. 191-196.
4. Карпенко Е.В., Шульга А.Н., Туровський А.А. Поверхностно-активные соединения, культуры *Pseudomonas sp.* PS-27 // Мікробіологічний журнал. – 1996. – Т.58. – №5. – С.18-24.
5. Патент України №71792 А. МПК C12 N 1/02, C12 R 1/38. Поверхнево-активний біопрепарат // Карпенко О.В.Мартинюк Н.В., Шульга О.М., Покинсьброда Т.Я., Вільданова Р.І., Щеглова Н.С. Опубл. 15.12.2004, Бюл. №12. – 4 с.
6. О.В. Карпенко, В.А. Волошинец, И.В. Семенюк, А.П. Грабаровская. Коллоидно-химические характеристики продуктов биосинтеза штамма *Pseudomonas sp.* PS-17 // Вопросы химии и химической технологи. - 2012. - № 2. – С.34-39.
7. G.Y. Elewady and I.A.El-Said and A.S.Fouda. Anion Surfactants as Corrosion Inhibitors for Aluminum Dissolution in HCl Solutions // Int. J. Electrochem. Sci. – 2008. - Vol. 3. – P.177 – 190.
8. Frignani, A. Balbo, V. Grassi and F. Zucchi. Protective effects of some anionic surfactants on an Ag-containing aluminium alloy (AA2139). Comparison with the action on a Li-containing aluminium alloy (AA2198) // Int. J. Corros. Scale Inhib. – 2013. – Vol. 2, N2. - P.138–149.
9. M.A. Migaheda, M. Abd-El-Raoufa, A.M. Al-Sabagha, H.M. Abd-El-Bary. Effectiveness of some non ionic surfactants as corrosion inhibitors for carbon steel pipelines in oil fields // Electrochimica Acta. - 2005. – Vol. 50. – P. 4683–4689.
10. A.Frignani, A. Balbo, V. Grassi and F. Zucchi. Protective effects of some anionic surfactants on an Ag-containing aluminium alloy (AA2139). Comparison with the action on a Li-containing aluminium alloy (AA2198) // Int. J. Corros. Scale Inhib.- 2013. – V.2, №2. – P.138-149.

*І.С. Сидоренко, І.М. Трус, к.т.н., ст. викладач,
Є.В. Мельниченко, аспірант, М.Д. Гомеля, д.т.н., проф.,
О.М. Терещенко, к.т.н., доц., (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)*

Видалення міді з води методом флокуляції

Проведено аналіз методів осадження, які використовують для виділення зі стічних вод важких металів, зокрема міді. Представлено дослідні дані, отримані в результаті використання в якості реагентів фероціаніду калію та поліелектроліту, розчинного у воді. На основі отриманих даних визначено оптимальні умови виділення зі стічних вод іонів міді.

Ключові слова: важкі метали, фероціанід калію, флокуляція, іони міді, поліелектроліт.

На сьогоднішній день спостерігається значне антропогенне навантаження на водні об'єкти, що призводить до їх значного забруднення. Тому однією з найбільш актуальних проблем в галузі охорони навколишнього середовища є проблема забруднення водних об'єктів. Стан здоров'я населення, розвиток економіки та різноманітні соціальні фактори напряму залежать від наявності, кількості та якості водних ресурсів, їхньої охорони та раціонального використання.

Досить гостро стоїть питання забруднення води важкими металами. Серед металів-токсикантів виділена пріоритетна група, до якої належать: кадмій, мідь, нікель, ртуть, свинець, хром та цинк як найбільш небезпечні для здоров'я людини [1]. Одним з основних джерел-забруднювачів стічних вод важкими металами є гальванічні виробництва. Через недостатнє очищення або його відсутність гальваностокки, забруднені іонами важких металів, скидаються в поверхневі водойми, спричиняючи негативні, навіть катастрофічні наслідки.

Видалення іонів важких металів із води можливе різними методиками: термічними, хімічними (реагентними), адсорбційними, іонообмінними. Застосування цих методів залежить від масштабів виробництва, концентрації металів у стічній воді, а також від їх вартості [2]. Найбільш поширеним методом, що застосовується для видалення іонів важких металів є реагентний спосіб, оскільки до його основних переваг можна віднести дешевизну та простоту виконання.

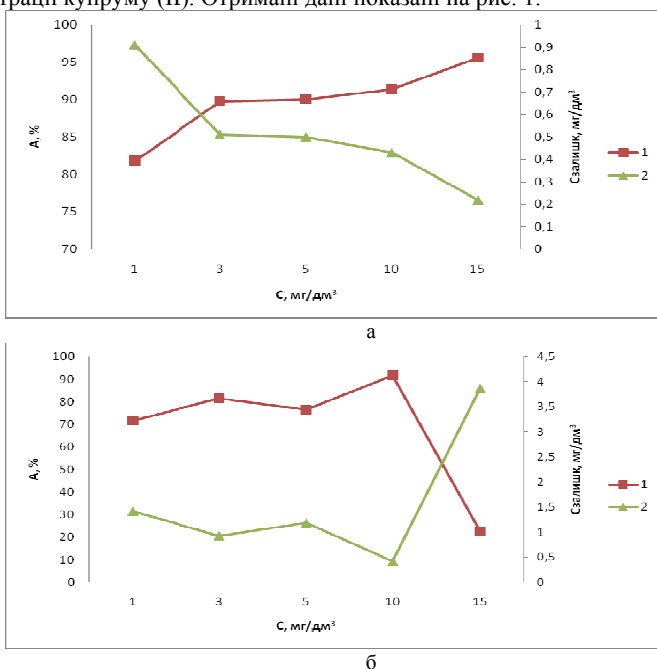
Традиційна методика реагентного очищення води ґрунтується на використанні сульфиду натрію. Проте даний реагент має певні недоліки: внаслідок його застосування сульфід починає гідролізувати, виділяється сірководень (даний процес не можна усунути навіть додаванням луку до розчину). Також варто зазначити, що за допомогою відстоювання не можна повністю осадити сульфід міді, тому що починають утворюватись колоїдні розчини.

В якості альтернативи сульфиду натрію для осадження і видалення іонів міді з досліджуваного розчину було вирішено використовувати

фероціанід калію. Адже, як відомо, фероціаніди важких металів мають дуже низьку розчинність [3].

Метою даної роботи є дослідження процесу очищення стічних вод від іонів важких металів за допомогою осадження, за умови використання водорозчинного поліелектроліту та фероціаніду калію.

Робочі розчини були приготовані на основі водопровідної води міста Київ з концентрацією основних катіонів, мг/дм^3 : $\text{Na}^+ - 19,8$; $\text{K}^+ - 4,4$; $\text{Ca}^{2+} - 68,1$; $\text{Mg}^{2+} - 11,2$. Інша група проб була приготована на основі дистильованої води. До розчинів додавали сульфат купруму (II) з концентрацією 5 мг/дм^3 , розчин фероціаніду калію додавався з концентраціями $1-15 \text{ мг/дм}^3$. Після чого проби перемішували, відстоювали їх протягом двох годин, а потім фільтрували за допомогою фільтра «синя стрічка» і вимірювали залишкові концентрації купруму (II). Отримані дані показані на рис. 1.



Проби приготовані на водопровідній (а) та дистильованій (б) воді
Рисунок 1 – Залежність ступеня очистки розчинів від іонів Cu^{2+} (1) та залишкової концентрації іонів Cu^{2+} (2) від концентрації фероціаніду калію

З наведених графіків видно, що залишкові концентрації купруму є вищими рівнів ГДК. Для проб, приготованих на основі дистильованої води, помітна наступна залежність: при збільшенні концентрації фероціаніду калію ступінь очищення зменшувався. Якщо $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ в розчині є в надлишку, то починають утворюватися стійкі золі фероціанідів [4]. Цей процес відбувається

тому, що високозарядні іони $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ адсорбуються на часточках золів. Золі набувають негативного заряду, що і перешкоджає коагуляції. Проте, проби, приготовлені на водопровідній воді, мають інші залежності: концентрація реагенту, який ми використовували, ніяким чином не впливала на ступінь очищення.

Отримавши тверду фазу, потрібно було збільшити її седиментаційні властивості, для чого вирішили використовувати катіонний флокулянт Zetag – 7547. Брали розчин CuSO_4 об'ємом 150 см^3 та концентрацією 5 мг/дм^3 , до нього додавався фероціанід калію, який мав концентрацію 5 і 7 мг/дм^3 . Дані проби відстоювалися дві години та час від часу перемішували. Потім додавали флокулянт, який мав концентрації $1; 3; 5; 10 \text{ мг/дм}^3$, і чекали ще 30 хвилин. Далі проводили фільтрування розчинів з використанням паперового фільтру «синя стрічка» і фотоколориметричним методом за допомогою диетилдитіокарбамату натрію вимірювали залишкові концентрації іонів міді. Отримані результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення залишкової концентрації іонів Cu^{2+} та ефективності вилучення іонів міді при використанні фероціаніду калію з концентрацією 15 мг/дм^3 і поліелектроліту Zetag – 7547

Концентрація поліелектроліту, мг/дм^3	1	3	5	10
Концентрація фероціаніду калію, мг/дм^3	5			
Залишкова концентрація Cu^{2+} , мг/дм^3	0,78	0,49	1,21	0,27
Ступінь очищення від іонів міді, %	84,4	90,2	75,8	94,6
Концентрація фероціаніду калію, мг/дм^3	7			
Залишкова концентрація Cu^{2+} , мг/дм^3	0,13	0,15	0,5	0,31
Ступінь очищення від іонів міді, %	97,4	97	90	93,8

Після проведення даних дослідів вдалося встановити, що ефективність вилучення іонів міді підвищується при співвідношенні між реагентами, фероціанід калію : поліелектроліт: 5:3, 5:10; 7:1.

Отже, провівши дослідження хімічної взаємодії системи «іон міді–фероціанід–флокулянт» було встановлено, що метод флокуляції можливо використовувати при очищенні води, яка забруднена іонами купруму. В результаті експерименту було визначено умови, які вважаються найбільш оптимальними для даного методу. Доведено, що, в разі дотримання всіх необхідних умов для проведення процесу, ступінь очищення може сягати 98%.

Список літератури

1. Будников Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем / Г. К. Будников // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №5. – 23 с.
2. Сомин В. А. Создание водооборотных систем с очисткой сточных вод от ионов тяжелых металлов / В. А. Сомин, М. А. Полетаева, Л. Ф. Комарова // Ползуновский вестник. – 2008. – №3. – 205 с.
3. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Лурье Ю. Ю. – [5-е изд.] – М.: Химия, 1979. – 480 с.
4. Химия ферроцианидов / [Тананаев И. В., Сейфер Г. Б., Харитонов Ю. А. и др.] – М.: Наука, 1961. – 320 с.

Вплив ультразвукового випромінювання на металеву конструкцію

Досліджено можливість дистанційного перемішування та гомогенізації середовища під дією ультразвукового випромінювання на металеву конструкцію, що розміщена в об'ємі середовища. Показано візуалізацію потоків, що виникають внаслідок дії ультразвукового поля на об'єм рідини.

Вступ

В період бурхливого розвитку технологій все частіше людство стикається з застосуванням відомих засобів для виконання нових, незвичних задач. Наприклад, процес перемішування зустрічається ледь не в кожній галузі промисловості, але в більшості таких галузей постає питання не лише здійснення якісного процесу, про що свідчить вирівнювання концентрації по всьому об'єму середовища, а ще й не допустити потрапляння сторонніх компонентів до середовища, що перемішується.

Найбільш розповсюдженим способом здійснення процесу перемішування є підведення енергії за рахунок механічного перемішування мішалкою. Для реалізації запропонованого методу в об'єм апарату потрібно ввести вал перемішуючого пристрою зі встановленою на валу мішалкою, але в даному випадку виникає низка проблем, основною є ущільнення місця введення валу. По-перше, ущільнення валу не гарантує забезпечення герметичності від проникання в об'єм апарату сторонніх речовин, а по-друге, встановлення будь якого ущільнення тягне за собою втрату потужності на тертя в ньому.

Інший можливий спосіб це підведення енергії за рахунок бульбашок повітря чи кисню, котрі проходять рівномірно через шар робочої рідини, цей спосіб більш доцільний з точки зору запобігання потрапляння сторонніх речовин, але супроводжується утворенням застійних зон в об'ємі апарату.

Мета досліджень

За мету досліджень обрано експериментальне визначення особливостей впливу ультразвукового поля на об'єм рідини, в якому розміщено металеву конструкцію у вигляді трикутника з однією точною закріплення.

Методи та матеріали

Дослідження було проведено на випробувальному стенді на базі установки УЗП-6-1, що складається з 6 випромінювачів загальною потужністю 300 Вт та частотою ультразвуку 36 кГц, які поміщені в погрузний блок.

В полі ультразвукового випромінювання розміщується скляна ємність циліндричної форми, що заповнена рідиною. В об'єм рідини вводиться металевий трикутник, котрий нерухомо закріплений за одну з вершин (Рисунок 1).

Для підвищення ефективності опромінювання та значному збільшенню кількості енергії, котра проходить крізь оболонку та потрапляє до об'єму робочої рідини, необхідно розміщати корпус досліджуваної ємності під кутом співпадіння θ_c до напрямку розповсюдження ультразвукової хвилі.

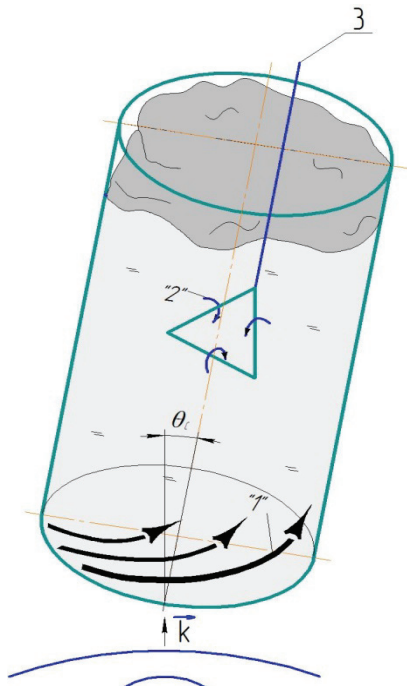


Рисунок 1 Візуалізація дії ультразвукового випромінювання на металевий трикутник в об'ємі робочої рідини: “1” – глобальний рушійний потік, “2” – локальні потоки, 3 – тримач металевого трикутника.

Результати

Звукові хвилі, що пройшли крізь стінки корпусу та проникають у робочу рідину утворюють зону концентрації звукової енергії і примушують рухатися рідину уздовж внутрішньої поверхні корпусу по висхідній циліндричній спіралі, утворюючи глобальний рушійний потік по всьому об'єму. Також зона активності спостерігається в площині трикутника, де утворюються локальні потоки, що закручуються навколо сторін металевого трикутника таким чином зтягуючи шари рідини ззовні в середину (Рисунок 1). Периферійні шари рідини та придонні прошарки рухаються в горизонтальній і вертикальній площині не залишаючи застійних зон в об'ємі робочої рідини.

Таким чином, завдяки використанню даного методу підведення енергії можливо запобігти застосуванню механічних перемішуючих пристроїв, функцію яких може виконувати проникаюче акустичне випромінювання.

Висновки

Проведено дослідження стану зануреного в рідину металевого трикутника. Експериментально доведено формування глобального рушійного потоку під дією звукового променя та локальних, менших за потужністю, потоків.

Визначено, що звукові хвилі, які випромінюються повздовжньою хвилю посудини в рідину, слугує накопиченню звукової енергії, яка породжує висхідний потужний рушійний потік у вигляді циліндричної спіралі. Таким чином, має місце турбулізація рідини по всьому об'єму середовища, який доповнюється ділянками концентрації звукової енергії в площині трикутника.

Встановлення визначених параметрів опромінювання та фізико-механічних властивостей робочого середовища роблять можливим більш широко застосовувати властивості резонансних проявів впливу звукових хвиль на об'єм робочої рідини з мінімальними затратами енергії.

Список літератури

1. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками/ Под редакцией Щупляка И.А. – Л.: Химия, 1975. – 384 с.
2. Фесенко, С.В. Дослідження особливостей поведінки циліндричної оболонки в ультразвуковому полі [Текст]/ С.В. Фесенко, В.Ю. Шибецкий// ІПРТК, 2016, - № 3. - С. 61.
3. Карачун В.В., Мельник В.М., Фесенко С.В. Дифракція звукових хвиль на металевому кільці // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. - № 6/2 (32). – С. 4-8.
4. Мельник В.Н., Карачун В.В., Фесенко С.В. Искусственное формирование зон активной турбулентности звуковыми волнами [Электронный ресурс] // Международный научный журнал "Интернаука". – URL: <http://www.inter-nauka.com/issues/2016/11/1685>.
5. Mel'nick, V. The emergence of resonance within acoustic fields of the float gyroscope suspension [Текст]/ V. Mel'nick, V. Karachun // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. ISSN: 17293774. Volume: 1. Issue: 7. Pages: 39-44. Year: 2016-01-01. EID: 2-s2.0-84960858488. Scopus ID: 84960858488. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.59892
6. Karachun, V. The additional error of inertial sensors induced by hypersonic flight conditions [Текст]/ V. Karachun, V. Mel'nick, I. Korobiichuk, M. Nowicki, R. Szewczyk, S. Kobzar// 2016; Sensors (Switzerland). Volume: 16. Issue: 3. Year: 2016-02-26. EID: 2-s2.0-84959187681. Scopus ID: 84959187681. DOI: 10.3390/s16030299.

*І.М. Зінь д.т.н., О.П. Хлопик пров.інж., М.Б.Тимусь к.т.н .
(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка
НАН України, Україна)*

Інгібування корозії дюралюмінію фосфатно-нітратною композицією за умов сталої механічної активації його поверхні

Досліджено ефективність інгібування корозії алюмінієвого сплаву під час механічного руйнування пасивної плівки. Виявлено синергічний протикорозійний ефект фосфат-нітратної композиції за умов сталої механічної активації поверхні. Встановлено, що оптимальне співвідношення компонентів композиції становить 1:1.

Головними перевагами алюмінієвих сплавів є мала густина, висока міцність, декоративність та відносно низька вартість, що зумовлює високу ефективність їх застосування в автомобіле- та суднобудуванні, авіаційній промисловості та інших галузях народного господарства.

За звичайних умов алюмінієві сплави не кородують в результаті утворення на їхній поверхні стійкої оксидної плівки. Однак, зміни експлуатаційних умов (наприклад, при терті) впливають на особливості та характер пасивації матеріалу. Внаслідок руйнування оксидної плівки, під час тертя, на поверхні алюмінієвого сплаву виникають мікрогальванопари та змінюються його електрохімічні властивості. Це стимулює прискорене протікання на металі в електролітичному середовищі хімічних та адсорбційних процесів і тоді швидкість корозії алюмінієвих сплавів зростає в десятки разів[1]. Застосування інгібіторів, конверсійних та інгібованих органічних покриттів – необхідна умова забезпечення довговічності конструкцій та обладнання з алюмінієвих сплавів.

Раніше встановлено [2], що фосфатний інгібітор може бути перспективним для захисту від трибокорозії алюмінієвого сплаву Д16Т, коли оксидна плівка на металі циклічно руйнується. Водночас відомо, що можна досягти підсилення захисної дії фосфату його поєднанням з іншими інгібіторами, зокрема нітратом [3]. Тому, метою роботи було дослідити захисну дію композиції на основі фосфатного та нітратного інгібіторів корозії за умов сталої активації поверхні алюмінієвого сплаву.

Матеріали та методики.

Випробовування зразків проводили на спеціальній установці, яка працює за схемою однапрямованого тертя „кулька – площина” та оснащена аналого – цифровим перетворювачем для запису даних на ПК. Матеріалом кульки слугувала сталь ШХ15. Загальне навантаження на кульку становило 1Н, швидкість її переміщення – 4,5 м/хв, тривалість випробувань – 25 хв. В процесі досліджень за допомогою потенціостата Gill AC, керованого компютером, хлорсрібного електрода порівняння та платинового допоміжного знімали імпедансні спектри. Розподіл шорсткості поверхні зразків

алюмінієвого сплаву після корозійного зношування вивчали профілографом-профілометром Калібр-С-265.

Для дослідження застосовували зразки-диски з алюмінієвого сплаву Д16Т діаметром 60 мм та товщиною 5 мм. Робоча площа зразка становила 19,6 см². Поверхню зразків послідовно шліфували дрібнодисперсним абразивним папером, доводили до дзеркального блиску за допомогою алмазної пасту та обезжирювали ацетоном.

Корозивним середовищем слугував синтетичний кислий дощ наступного складу: 3,18 г/л H₂SO₄ + 4,62 г/л (NH₄)₂SO₄ + 3,20 г/л Na₂SO₄ + 1,58 г/л HNO₃ + 2,13 г/л NaNO₃ + 8,48 г/л NaCl, pH=4,5. В якості інгібіторів корозії використовували кальцію фосфат, натрію нітрат та їх композиції. Концентрація інгібіторів в корозивному розчині становила 1 г/л. Інгібовані розчини настоювали з перемішуванням протягом 24 годин, а потім фільтрували, щоб усунути нерозчинну фракцію.

Результати та їх обговорення.

На рисунку 1 приведені дані частотних залежностей модуля імпедансу металу в електролітичному середовищі. Показано, що у ненавантаженому стані найменша корозійна тривкість сплаву Д16Т спостерігається в неінгібованому кислому дощовому розчині (рис 1а). Тут модуль імпедансу сплаву Z мало залежить від частоти змінного струму, а його значення при 0,1 Гц є найменшим з усіх середовищ. Після додавання в дощовий розчин 1 г/л натрію нітрату або кальцію фосфату опір переносу заряду зростає і становить $4,5 \cdot 10^3$ та $1 \cdot 10^4$ Ом·см² відповідно. У випадку композиції фосфатного та нітратного інгібіторів опір переносу заряду дюралюмінію максимальний і досягає рівня $1,5 \cdot 10^4$ Ом·см², що вказує на синергічний захисний ефект, так як інгібувальні ефективності окремо взятих кальцію фосфату та натрію нітрату є значно нижчими.

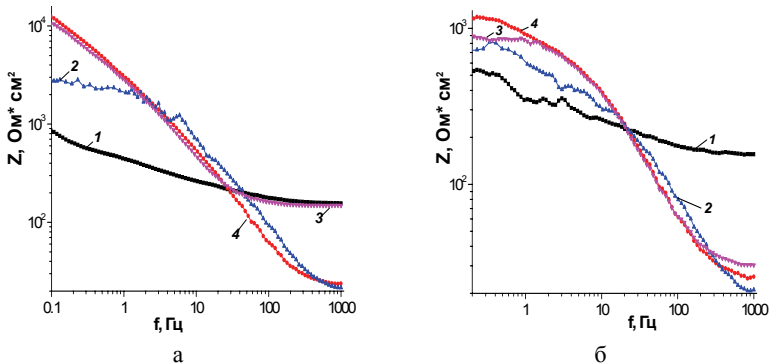


Рис. 1. Імпедансні діаграми Бодє алюмінієвого сплаву Д16Т ненавантаженому стані (а) та під час його трибокорозійного навантаження (б) в 1 – кислому дощовому розчині; з витяжками: 2 – натрію нітрату; 3 – кальцію фосфату; 4 – кальцію фосфату та натрію нітрату (1:1).

За прикладення до поверхні алюмінієвого сплаву циклічного активаційного навантаження його імпедансні залежності у низько частотній частині набувають горизонтального спрямування (рис. 1б.). Це може свідчити про появу на поверхні зразка в районі треку зношування ділянок ювенільної поверхні металу. Однак, значення імпедансу Z за 0,1 Гц для сплаву Д16Т в кислому дощі, інгібованому сумішшю кальцію фосфату та натрію нітрату (крива 4), є значно вищим, ніж в інших розчинах, що вказує на швидке відновлення на поверхні металу після механічної активації пасивної плівки з підвищеними захисними властивостями.

Порівняння усереднених коефіцієнтів тертя пари “сплав Д16Т/керамічна кулька” в контрольному та інгібованому розчинах кислої дощу показує (рис. 2), що фосфатно-нітратно плівка має кращі антифрикційні властивості, ніж оксидна. Відповідно, зношування поверхні алюмінієвого сплаву в інгібованому середовищі може бути значно меншим.

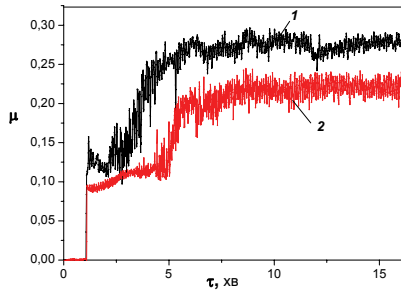


Рис. 2. Залежність коефіцієнта тертя пари “керамічна кулька – алюмінієвий сплав” від дистанції ковзання: в 1 – неінгібованому корозивному середовищі; 2 – інгібованому кальцію фосфатом та натрію нітратом (1:1).

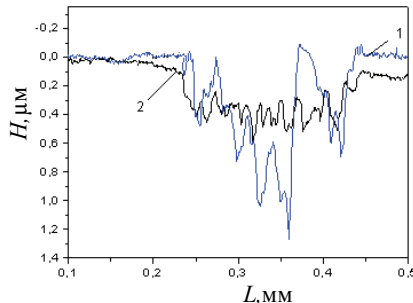
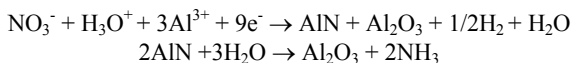


Рис. 3. Профілограми поверхні алюмінієвого сплаву одержані перпендикулярно до доріжки зношування після випробувань на трибоккорозію в 1 – кислому дощі; 2 – розчині інгібованому кальцію фосфатом та натрію нітратом (1:1).

Дані вимірювання профілю доріжки зношування алюмінієвого сплаву у корозивних середовищах корелюють з результатами вимірювання коефіцієнта тертя (рис. 3). Поверхня доріжки зношування сплаву Д16Т в неінгібованому кислому дощі є шорсткішою, а її глибина – більшою, ніж у випадку корозійного зношування зразків у розчині за присутності фосфатного та нітратного інгібіторів.

Натрію нітрат, за своєю характеристикою, є сильним інгібітором окислювальної дії, його присутність в корозивному розчині полегшує пасивацію алюмінію. В роботі [4] взаємодію іонів нітрату та алюмінію описують наступними формулами:



При цьому, за участі нітрат-іонів створюються умови для формування на механічно активованій поверхні алюмінію товстішої окисної плівки. Фосфат іони, в свою чергу, осаджуються на металі у вигляді бар'єрної фазової плівки. За рівного співвідношення ці обидва інгібітори істотно підсилюють дію один одного, спричинюючи синергічний протикорозійний ефект.

Отже, інгібувальна композиція такого типу може бути перспективною для захисту від фретинг корозії конструкцій з алюмінію та його сплавів, тобто коли поверхня треку зношування анодно поляризована і має місце інтенсивне розчинення металу

Висновки

Встановлено високу протикорозійну ефективність композиції на основі кальцію фосфату та натрію нітрату за умов циклічної механічної активації поверхні сплаву Д16Т в середовищі кислого дощу. Така інгібувальна композиція може бути перспективною для захисту від руйнування поверхні виробів і конструкцій з алюмінієвих сплавів, що працюють в умовах трибокорозії.

Список літератури

1. Corrosion wear behaviors of 2024Al in artificial rainwater and seawater at fretting contact / Hongyan Ding, Guanghong Zhou, Zhendong Dai, Yunfeng Bu, Tongyang Jiang // *Wear* – 2009. – 267, № 1–4. - P. 292–298.
2. Corrosive wear of aluminium alloy in presence of phosphate / V. I. Pokhmurskii, I. M. Zin, V. A. Vynar, O. P. Khlopyk and L. M. Bily / *Corrosion Engineering, Science and Technology*. – 2012. – 47, №3. - P.182-187
3. A. Al-Borno, M. Islam, and R. Haleem. Synergistic Effects Observed in Nitrite – Inorganic Phosphate Inhibitor Blends / *Corrosion* – 1989. - 45, №12. - P.990-995.
4. J. Augustynski, H.Berthou and J. Painot. XPS study of the interaction between aluminium metal and nitrate ions // *Chemical Physics Letters*. – 1976. - 44, №2. – P. 221-224.

Э. Б. Хоботова, докт. хим. наук
(Харьковский национальный
автомобильно-дорожный университет),
В. И. Ларин, докт. хим. наук
(НИИ химии при Харьковском национальном
университете им. В. Н. Каразина)

Межионные взаимодействия в хлоридных растворах травления меди в технологических процессах производства печатных плат

Установлены закономерности растворения меди в водных медно-хлоридных растворах, заключающиеся в том, что скорость растворения меди увеличивается при формировании в растворе каталитически-активных комплексов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]^{2+}$ в аммиачных растворах и $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]^-$ – в солянокислых растворах. Частицами, ингибирующими растворение меди, являются гидроксокомплексы меди (II).

Травление и селективное растворение металлов и сплавов широко используется в радиоэлектронной и приборостроительной отрасли промышленности в технологическом процессе изготовления плат печатного монтажа. Для повышения эффективности процессов химического и электрохимического растворения меди требуется глубокое понимание механизмов таких процессов, управление их скоростью и селективностью. До настоящего времени являются актуальными вопросы влияния физико-химических факторов на скорость травления меди и ее сплавов в концентрированных хлоридных, приближенных по составу к используемым в производстве печатных плат. Не решены вопросы взаимосвязи состава комплексов меди и их реакционной способности (либо каталитической активности) по отношению к процессу растворения меди.

Концентрации определенных компонентов раствора и реакции комплексообразования оказывают существенное влияние на изменение скорости растворения металлической меди. Увеличение содержания в растворе аммиака или ионов хлора может, с одной стороны, способствовать уменьшению толщины пассивных поверхностных пленок, а с другой стороны – перераспределять комплексные частицы Cu(II) . Для выяснения последнего обстоятельства были проведены многочисленные расчеты распределительных диаграмм комплексов Cu(II) с использованием значений констант устойчивости комплексов в растворах с высокой ионной силой. Сравнение величин скорости ионизации меди с данными по количественному содержанию аммиачных комплексов Cu(II) показало, что ускорение процесса достигается при наличии в растворе каталитических смешанных аква-аммиачных комплексов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ и $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]^{2+}$. Ингибирующие свойства отмечены у гидроксо-комплексов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]$ и $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]^-$. Наличие в системе ионов NH_4^+ определяет вид кривых зависимости скорости растворения – содержание меди в растворе (рис. 1). В

растворах с ионами NH_4^+ (кривые 1-3) эта зависимость имеет экстремальный характер в отличие от растворов без NH_4Cl (кривые 4-6), в которых скорость уменьшается с первых минут растворения. Окончательное уменьшение скорости травления обусловлено уменьшением концентрации окислителя – растворенного кислорода и накоплением комплексных ионов Cu (I).

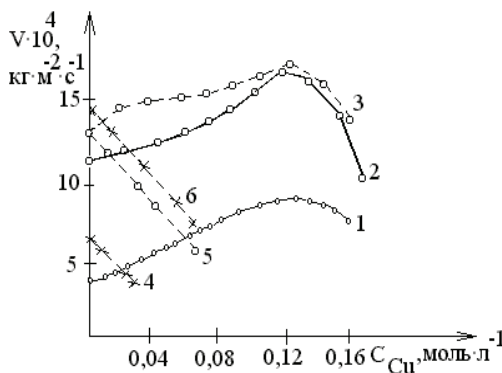
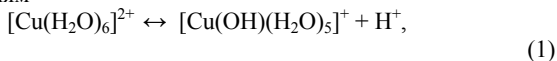
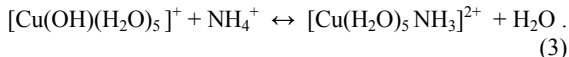


Рис. 1. Зависимость скорости растворения меди от общего содержания меди в растворе по мере травления в растворах, моль/л: (кривые 1-3) $2,43 \text{ NH}_4\text{Cl} + 2,73 \text{ NH}_3$: 1 – $0,5 \text{ CuCl}_2 + 2,7 \text{ NaCl}$; 2 – $0,40 \text{ CuCl}_2 + 2,2 \text{ NaCl}$; 3 – $0,50 \text{ CuCl}_2 + 2,0 \text{ NaCl}$; (кривые 4-6) $2,73 \text{ NH}_3$: 4 – $0,15 \text{ CuCl}_2 + 2,7 \text{ NaCl}$; 5 – $0,40 \text{ CuCl}_2 + 2,2 \text{ NaCl}$; 6 – $0,50 \text{ CuCl}_2 + 2,0 \text{ NaCl}$

Прослеживается связь между представленными данными и распределительными диаграммами комплексов Cu (II). Диаграммы систем с NH_4Cl отличаются отсутствием гидроксо-комплексов Cu (II) в результате сдвига равновесия диссоциации аква-комплексов Cu (II) влево в присутствии ионов аммония по реакциям



и протекания реакции



В рассматриваемых равновесиях учтено комплексообразование меди (I) с NH_3 .

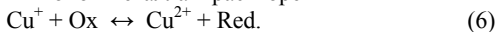
Известный каталитический механизм растворения меди без учета комплексообразования Cu (II) складывается из трех реакций. Ионизация меди протекает до низкозарядных частиц



Ионы меди (II) восстанавливаются до меди (I) в объеме раствора вблизи поверхности электрода

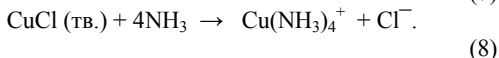
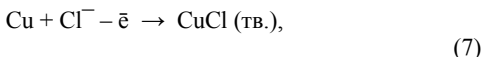


Регенерация катализатора Cu (II) идет в быстрой реакции окисления промежуточных низкозарядных ионов металла в растворе

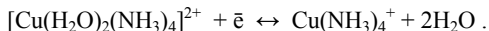


Таким образом, ионы меди (II), изменяя степень окисления, могут облегчить отвод электронов с поверхности меди. Деполяризация облегчается в присутствии аммиачных комплексов Cu (II), легче меняющих свою степень окисления, чем комплексы с неорганическими анионами.

Механизм растворения меди в реальных растворах, содержащих ионы Cl^- , NH_4^+ и аммиак, может быть представлен несколько иными реакциями. Стадия (4) в щелочных растворах в присутствии ионов Cl^- осложнена образованием CuCl и Cu_2O , однако стойкого пассивирования не происходит, так как скорости растворения CuCl и Cu_2O в избытке свободного аммиака велики

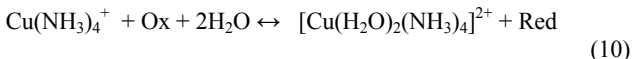


Комплексные ионы $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ восстанавливаются вблизи поверхности электрода:



В тонком слое у поверхности электрода встречаются два потока: ионы $\text{Cu(NH}_3)_4^+$ движутся от поверхности электрода, а поток окислителя – к поверхности меди.

Реакция



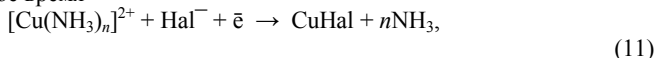
протекает быстро внутри диффузионной зоны, не достигая поверхности металла. Частичная замена ионов хлора на Br^- или I^- -ионы приводит к возрастанию скорости травления меди. Это может быть связано, во-первых, с величиной константы скорости обмена электроном (9), зависящей от природы лигандов в комплексах меди. Согласно спектрохимическому ряду анионы располагаются следующим образом $\text{OH}^- > \text{F}^- > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$. Увеличение электронодонорных свойств лигандов в данном ряду приводит к уменьшению эффективного заряда на ионе меди (II), и, как следствие, лабильности внутренней координационной сферы, что увеличивает скорость электронного переноса, т.е. стадии (9). Концентрация галогенидных комплексов меди в исследуемых растворах ничтожно мала. Расчеты показали, что внедрение ионов Br^- и I^- в аммиачные комплексы не происходит. Последнее доказано проведением сравнительных потенциометрических

исследований с бромид- и йодид-селективными электродами. Отсюда можно сделать заключение, что передача электрона между Cu(II) и Cu(I) в присутствии Br⁻ и I⁻-ионов относится к внутреннему переносу электрона в короткоживущем биядерном комплексе, возникающем при взаимодействии аммиакатных комплексов Cu (II) и Cu (I).

Таким образом, увеличивается скорость лимитирующей стадии – обмена электроном между Cu (II) и Cu (I) путем включения ионов I⁻ и Br⁻ в короткоживущие комплексы меди (II) и меди (I) в виде мостиков, передача электронов через которые облегчена. В присутствии Br⁻ и I⁻-ионов может происходить ускорение координирования Cu (II) и Cu (I) в гетероядерный комплекс. По увеличению π-транс-активности галогенид-ионы располагаются в ряд Cl⁻ < Br⁻ < I⁻. Таким образом, ионы Br⁻ и I⁻, входя в внутреннюю координационную сферу обоих ионов могут оказывать большее влияние при замещении определенного лиганда в ходе образования промежуточного комплекса. Лабильные комплексы с непрочными связями обычно оказывают большее каталитическое действие. Исходя из вышесказанного, ингибирующее действие OH⁻-ионов можно объяснить их слабыми электродонорными свойствами и, следовательно, замедлением реакции (9), а также упрочнением их связи с центральным металло-ионом и снижением способности комплекса к замене лигандов.

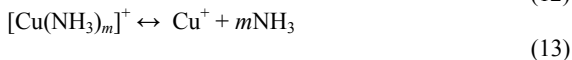
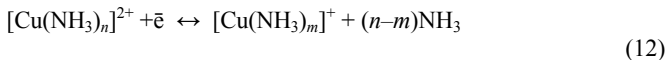
Второй путь связан с различной адсорбцией ионов галогенов на меди. Чем сильнее взаимодействие между анионом и металлической поверхностью, тем легче осуществляется переход атома металла в раствор. Увеличение радиуса анионов в ряду Cl⁻, Br⁻, I⁻ способствует повышению их адсорбируемости. Помимо этого, увеличивается константа устойчивости между Cu(I) и ионами галогенов, что важно с учетом ионизации меди по реакции (7, 8).

Кроме того, величина скорости растворения меди во многом определяется растворимостью пассивных поверхностных галоидных соединений меди (I). По мере насыщения раствора ионами меди уменьшается количество свободного аммиака, не включенного в комплексы. В начале процесса растворения образующиеся аммиачные комплексы меди (I) быстро окисляются до аммиачных комплексов меди (II). При истощении раствора по аммиаку медь (I) фиксируется в виде малорастворимого галогенида CuHal все более длительное время



пока при значительном расходе аммиака CuHal не выпадет в осадок.

Если реакцию (11) представить в виде суммы последовательных стадий



то окислительно-восстановительный потенциал процесса приобретет значение

$$E = E_0 + \frac{2,3RT}{F} \left[pK_{\text{CuHal}} - pK_{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_m]^+} \right]. \quad (15)$$

Увеличение pK_{CuHal} в ряду $\text{CuCl} < \text{CuBr} < \text{CuI}$ приводит к росту окислительно-восстановительного потенциала, что объясняет рост скорости растворения и емкости растворов по меди при введении в раствор добавок Br^- и I^- -ионов в начальной стадии растворения. Однако, по мере уменьшения концентрации аммиака в растворе формируются низшие аммиачные комплексы $\text{Cu}(\text{II})$, что обуславливает повышение окислительно-восстановительного потенциала, так как с уменьшением закомплексованности меди (II) ее способность восстанавливаться до меди (I) возрастает. Таким образом, увеличение окислительно-восстановительного потенциала при высокой концентрации Br^- и I^- -ионов служит причиной быстрого и резкого уменьшения скорости растворения меди.

Зависимости скорости травления меди от концентрации травящего раствора меди в медно-аммиачных растворах в общем виде имеют нелинейный характер. Первоначально скорость травления увеличивается, достигая максимального значения при определенной концентрации меди, зависящей от анионного состава раствора. Пройдя через максимум, скорость травления резко уменьшается. Увеличение концентрации ионов брома способствует повышению скорости травления меди и при определенном соотношении хлорид- и бромид-ионов – возрастанию емкости растворов по меди. Значительное увеличение концентрации бромид-ионов, с одной стороны, приводит к росту скорости, с другой – снижает емкость растворов. Выбор оптимального интервала концентраций бромидной добавки, обеспечивающего повышение скорости травления и емкости раствора, определяется начальным содержанием меди (II).

Растворы с йодидной добавкой имеют иные травильные характеристики. Травление меди в присутствии ионов I^- протекает более равномерно во времени, то есть зависимость скорости травления от концентрации меди в растворе не имеет экстремума. Травление в подобных растворах легче контролируется и обеспечивает высокое качество обрабатываемой поверхности без подтравливания кромки медных проводников под слой фоторезиста, о чем свидетельствуют микроскопические исследования. Одновременное обеспечение достаточно высокой и равномерной величины скорости травления и емкости растворов по меди определяет выбор оптимальной величины йодидной добавки.

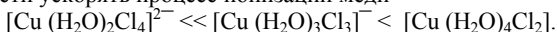
Большая систематическая серия экспериментальных данных позволила разработать новые составы медно-аммиачных растворов, обеспечивающие соблюдение всех требований травления меди на высоком уровне. Эксплуатация данных растворов проводится на стандартных линиях травления. Высокая емкость растворов по меди сокращает количество залповых сбросов и циклов корректировки. Соотношение компонентов раствора следующее, моль · л⁻¹.

аммиак

5,5 – 6,8

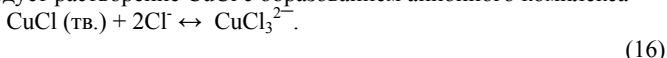
ионы меди (II)	0,75 – 1,00
ионы аммония	3,5 – 4,1
хлорид-ионы	4,4 – 5,1
бромид-ионы	0,2 – 0,5
йодид-ионы	0,4 – 0,5
вода	остальное

Для кислых медно-хлоридных растворов каталитическая активность по отношению к процессу растворения меди проявляется у комплексов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$ и, в меньшей степени, для $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]^-$. В концентрированных по ионам хлора растворах скорость растворения резко падает, несмотря на отсутствие пассивации за счет CuCl . Это связано с увеличением концентрации анионных комплексов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_4]^{2-}$. Аналогичный эффект наблюдается и в области малых концентраций ионов хлора. Медно-хлоридные комплексы можно расположить в ряд по увеличению их способности ускорять процесс ионизации меди

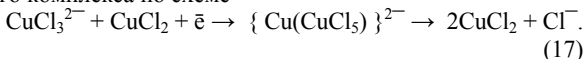


Каталитическая активность уменьшается с ростом насыщения комплекса хлорид-ионами, когда лиганды Cl^- занимают более двух мест. В данном случае он не может вызывать необходимых изменений при участии в последующих реакциях.

Ионы хлора удовлетворяют эмпирическому правилу, согласно которому лучшими активаторами являются лиганды, образующие лабильные, не очень прочные комплексы с катализатором. В данном случае наиболее облегчен перенос электрона. Ион хлора выполняет две роли. Во-первых, связывает ионы Cu (II) в активную каталитическую форму $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$, во-вторых, участвует в образовании промежуточного комплекса катализатора и субстрата – меди (I) в виде "мостикового" лиганда, то есть на разных стадиях реакции действует по различным механизмам. При сопоставимом содержании ионов Cu (I) и (II) в кислых растворах возможно образование смешанного комплекса с ускоренным переносом электрона между разными формами меди типа $[\text{CuCl}_2 - \text{Cl} - \text{CuCl}_2]^{2-}$. Константа электронного переноса в нем оценивается как $5 \cdot 10^7 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Данный комплекс находится в преобладающей симметричной форме. "Мостиковый" ион хлора одновременно входит в координационную сферу меди (I) и меди (II), за счет чего увеличивается вероятность переноса электрона по сравнению с изолированными гидратированными ионами, а, следовательно, ускоряется сама окислительная реакция на меди. Таким образом, можно предложить многостадийную схему ионизации меди в кислом хлоридном растворе. За стадией (7) следует растворение CuCl с образованием анионного комплекса



Процесс передачи электрона происходит путем образования двудерного хлоридного комплекса по схеме



Комплекс $\{\text{Cu}(\text{CuCl}_5)\}^{2-}$ играет роль промежуточного активированного комплекса, в котором осуществляется быстрый перенос электрона. Отсутствие у высших анионных комплексов Cu (II) каталитической активности объясняется нехваткой свободных мест в их внутренней координационной сфере, необходимых для вхождения частиц меди (I), участвующих в электронном обмене.

Таким образом, чтобы интенсифицировать ионизацию меди в растворах хлорида меди (II) необходимо создать условия, наиболее благоприятные для формирования в жидкой фазе каталитически активных комплексов.

Выводы.

Установлены основные закономерности растворения меди в водных и водно-органических медно-хлоридных растворах, заключающиеся в том, что скорость растворения меди увеличивается при возрастании скорости лимитирующей стадии обмена электроном между Cu (I) и Cu (II) при формировании в растворе каталитически-активных комплексов $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]^{2+}$ в аммиачных растворах и $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]^-$ – в солянокислых растворах. Частицами, ингибирующими растворение меди, являются гидроксокомплексы меди (II). Предложена многостадийная схема ионизации меди с учетом пассивирования ее поверхности и участия каталитических комплексов в образовании биядерных комплексов $\{\text{Cu (I)} - \text{Cu (II)}\}$, характеризующихся быстрым обменом электрона.

Технологічні аспекти одержання бактерицидних ЛФМ

Вивчений вплив оптимальних технологічних параметрів реакції відновлення іонів Cu^{2+} гідразином у водних розчинах. Одержані зразки лакофарбового покриття, модифіковані наночастинками міді, з бактерицидними властивостями.

Вступ.

Лакофарбові матеріали (ЛФМ) з біоцидними властивостями знаходять все більш широке застосування в різних галузях промисловості. Наприклад, для захисту днищ суден, авіабудівництві, споруд та об'єктів, зведених в прісній і морській воді (водозабірних труб і нафтових платформ) від обростань різними організмами. Це біообростання створює цілий ряд проблем – від зниження ефективності використання палива до втрати стійкості конструкції. Найбільш поширений метод захисту від біокорозії - нанесення ЛФМ з спеціальними добавками, які надають їм бактерицидні властивості. Традиційно біоцидні властивості ЛФМ забезпечуються введенням хімічних речовин. В якості таких добавок використовуються сполуки міді, ртуті, цинку, олова, миш'яку та ін [1].

В даний час в лакофарбових покриттях для фарбування, наприклад, підводної частини суден в якості біоцида застосовується закис міді. Це призводить до погіршення міцнісних і захисних властивостей покриттів. Крім того, закис міді мало ефективний для окремих видів морського і річкового обростання і повинна застосовуватися у поєднанні з іншими більш ефективними біоцидами [2].

Останні наукові дослідження показали, що наночастинки деяких металів проявляють бактерицидні властивості. Тому як більш ефективну добавку до ЛФМ можуть застосовуватися наночастинки металів, зокрема срібла та міді, які мають яскраво виражену біоцидну і каталітичну активність. Срібло є досить дорогим металом, тому використання наночастинок міді набуло широкого поширення.

У даній роботі приведені експериментальні дані застосування наночастинок міді як бактерицида для ЛФМ.

Експериментальна частина.

Як ЛФМ було вибрано епоксидну протикорозійну композицію «Корніка», яка має високу водостійкість, але не володіє стійкістю до біообростання.

Наночастинок міді були одержані відновлення CuSO_4 гідразином [3], в лужному середовищі, в якості стабілізатора було використано цитрат натрію $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$, комплексоутворювач – динатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти (Трилон-Б) $\text{Na}_2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Для проведення подальших досліджень наночастинки міді виділялися центрифугуванням реакційної суміші.

Синтезовані наночастинки міді були досліджені методом електронної спектроскопії [4].

Приготування ЛФМ з бактерицидними властивостями: визначену кількість наночастинок міді (в кількості до 2 об. %) додавали до розчинника – етилацетату – і за допомогою ультразвукового генератора проводили їх диспергацію на протязі 30 хвилин.

Антимікробна активність синтезованих наночастинок міді досліджувалась за дифузійним методом паперових дисків відносно тестових мікроорганізмів, *Escherichia Coli* та *Bacillus Subtilis*. Мікроорганізми вирощувалися на агаризованому поживному середовищі. Чашки Петрі засівалися культурою мікроорганізмів у кількості 10^6 колонієутворюючих одиниць. Стерильні паперові диски діаметром просочувалися розчином наночастинок міді, поміщалися на інокульоване середовище та витримувалися в термостаті при 37°C [5].

Результати та їх обговорення

Досліджений вплив початкової концентрації сульфату міді на швидкість реакції відновлення сульфату міді гідразином при 60°C та початкових концентраціях N_2H_4 , NaOH і Трилону Б 200, 400 та 20 моль/м³ відповідно.

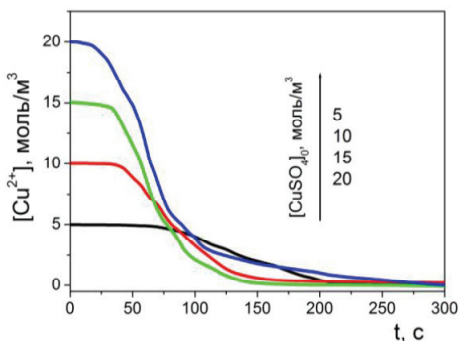


Рис. 1. Кінетичні криві реакції відновлення іонів Cu^{2+} гідразином в лужному середовищі при різних початкових концентраціях сульфату міді

Як видно з Рис. 1, кінетичні криві є S-подібними – це свідчить про автокаталітичний характер процесу.

Одержані наночастинки міді були досліджені з використанням сканувальної електронної мікроскопії і розраховані їх середній діаметр та полідисперсність, а також концентрації, результати представлені на Рис.2.

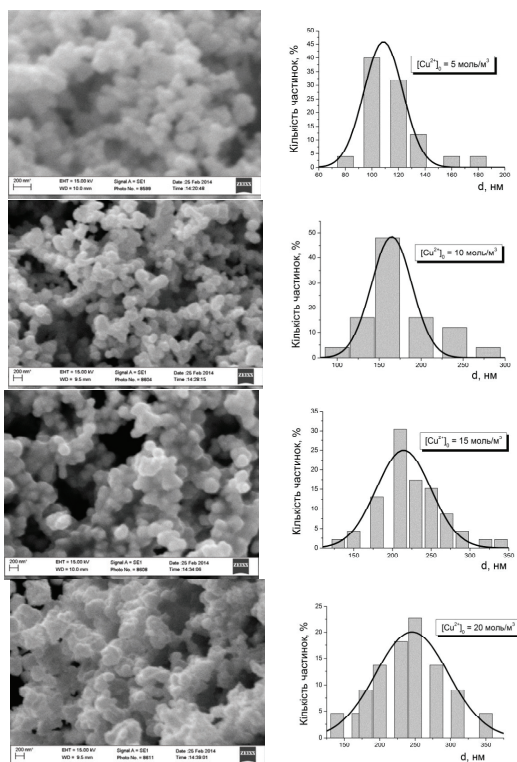


Рис. 2. СЕМ–зображення та розподіл за розмірами наночастинок міді, отриманих при 60°C за різних початкових концентраціях CuSO_4

Таблиця 1.

Залежність кінетичних параметрів реакції відновлення іонів Cu^{2+} та діаметру утворених наночастинок від початкової концентрації CuSO_4

$[\text{CuSO}_4]_0$, моль/м³	t_0 , с	$W_{\max} \cdot 10^3$, моль/м³·с	$[\text{Cu}^{2+}]_{\max}$, моль/м³	$d \pm \Delta d$, нм	$N \cdot 10^{-16}$, м³
5	70	3,5	2,2	110 ± 20	4,5
10	35	12	4,7	170 ± 40	2,5
15	25	24	6,8	210 ± 70	1,6
20	18	38	8,9	250 ± 100	1,2

Випробування на обростання показали, що немодифіковані зразки випробовуваних ЛФМ починають обростати мікроорганізмами типу

Escherichia coli вже через 1 місяць. На зразках покриттів, що містять наночастинок міді, обростання не виявлено.

Досліджена антимікробна активність одержаного ЛФМ відносно двох тестових мікроорганізмів: *Escherichia coli* та *Bacillus subtilis*, результати представлені на Рис.3.

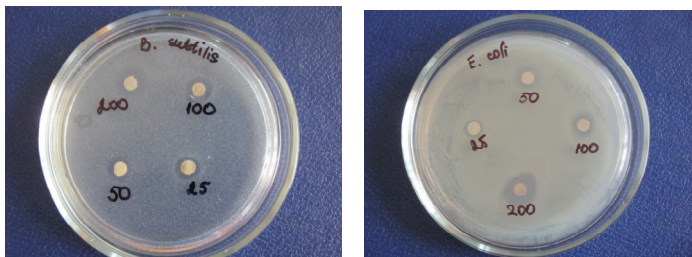


Рис. 3. Антибактеріальна активність ЛФМ з наночастинками міді відносно *B.subtilis* (а) і *E.coli* (б)

Висновки

5. Вивчені технологічні аспекти отримання наночастинок міді, досліджено технологічні параметри реакції відновлення Cu^{2+} гідразинном.
6. Доведено, що наночастинки міді, синтезовані за реакцією відновлення іонів Cu^{2+} гідразинном в присутності цитрату натрію виявляють антимікробну активність відносно мікроорганізмів.
7. Одержано лакофарбовий матеріал з наночастинами міді, який має антимікробну активність відносно мікроорганізмів *Escherichia coli* та *Bacillus Subtilis*.

Список літератури

8. Розенфельд И. Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями / И. Л. Розенфельд, Ф. И. Рубинштейн, К. А. Жигалова. – М.: Химия, 1987. – 224 с.
9. Жук Н.П. Курс коррозии и защиты металлов. – М.: Metallurgy, 1976. – 472с.
10. Сергеев Г. Б. Нанохимия / Г. Б. Сергеев. – М.: МГУ, 2003. – 288 с.
11. Беляков А. В. Методы получения неорганических неметаллических наночастиц / А. В. Беляков. – М.: РХТУ, 2003. – 80 с.
12. Сэги Йожеф. Методы почвенной микробиологии / Йожеф Сэги. – М.: Колос, 1983. – 296 с.

*А.Д. Кустовська, к.х.н, доцент, В.В. Єфименко, к.т.н, доцент,
Н.С. Атаманенко, асистент
(Національний авіаційний університет, м.Київ)
О.В. Єфіменко, головний фахівець
(Центр метрології та газовимірювальних систем, м.Київ)*

Регенерація авіаційних олив для турбореактивних двигунів

Розглянуті питання, пов'язані з можливістю використання природного сорбенту – палигорськіту– в процесах очищення відпрацьованих авіаційних олив. Показано, що палигорськіт дозволяє ефективно очищати оливу від сполук кислого характеру, навіть без попередньої термічної активації. При цьому він виявляє більшу селективність до кислот, ніж до продуктів їх конденсації.

Вступ

Проблема екологічної безпеки застосування мастильних матеріалів невід'ємна від утилізації відпрацьованих олив, які на теперішній час спричиняють найбільший негативний вплив на довкілля.

Повторне використання відпрацьованих олив після їх регенерації має вкрай важливе значення як в екологічному, так і в економічному сенсі. Сутність регенерації полягає в очищенні оливи від механічних домішок та води, відгонці паливних фракцій, а також видаленні органічних кислот, смол та інших продуктів окиснення, доведення складу регенованої оливи до необхідних норм додаванням присадок.

У таких країнах, як Німеччина, Бельгія, Італія понад 50 % відпрацьованих олив від збору надходить на установки регенерації, тоді як в Україні 90% обсягів цієї сировини скидається в навколишнє середовище або використовується некваліфіковано.

Аналіз досліджень та публікацій

Основними критеріями заміни будь-якої оливи, окрім спрацювання пакету присадок, є утворення продуктів окиснення. Нагрів олив, навіть до їх експлуатаційних температур, за наявності кисню зменшує термоокиснювальну стабільність вуглеводнів і призводить до виникнення твердої фази у вигляді осаду і смол, які, відкладаючись на деталях масляної системи, змінюють її змащувальні характеристики і викликають забруднення фільтрів, знижують ефективності теплообмінних пристроїв. Тому, в процесах регенерації відпрацьованих моторних олив вирішальне значення має їх очистка від кислих продуктів та смол.

Для регенерації відпрацьованих нафтових олив застосовують різноманітні фізичні, фізико-хімічні і хімічні процеси, які полягають у видаленні з них продуктів старіння та забруднень і відновленні фізико-хімічних показників якості та експлуатаційних властивостей. До таких процесів належать: термічні (піроліз, газифікація), кислотне та лужне очищення, гідрогенізаційні процеси, коагуляція, адсорбційне, біологічне очищення тощо [1].

Одним із таких процесів є окисдаційне очищення. На кафедрі хімічної технології переробки нафти та газу НУ «Львівська політехніка» запропоновано та розроблено лабораторну установку термоокиснювальної регенерації відпрацьованих моторних олив [2].

Ідея процесу термоокиснювальної регенерації полягає в доокисненні цих продуктів у жорстких умовах до утворення асфальтово-смолистих речовин і відділення їх вакуумною перегонкою. Унаслідок цього передбачається зменшення вмісту у відпрацьованих оливах первинних продуктів окиснення та відновлення їх експлуатаційних показників.

На думку самих же авторів недоліком запропонованого методу регенерації олив є те, що його не можна використовувати як самостійний метод, доцільним є застосування як однієї зі стадій багатоступеневого процесу регенерації в поєднанні з відомими сорбційними або гідрогенізаційними методами.

Сьогодні одним з найбільш економічних і ефективних способів зниження кислотності нафтопродуктів може бути адсорбційна очистка олив і мастил природними алюмосилкатами [3,4]. Україна, на території якої містяться широкі поклади цих мінералів, має бути зацікавлена в розробці і вдосконаленню саме цих технологій.

Постановка завдання

Метою роботи є оптимізація підходів до вибору способу підготовки природного адсорбенту та підвищення ефективності його використання для зменшення кислотності нафтопродуктів.

В роботі було досліджено зразки породи Черкаського палигорськіту різного гранулометричного складу природні і хімічно активовані (табл. 1). Хімічний склад вихідної породи: SiO_2 – 52,85; Al_2O_3 – 10,53; Fe_2O_3 – 7,86; MgO – 7,21; CaO – 0,30; Na_2O – 0,38; H_2O – 9,94; $-\text{H}_2\text{O}$ – 9,75 (% мас.).

Таблиця 1.

Технологічні характеристики зразків адсорбенту

№	Фракційний склад, мм	Хімічна активація
1	0,50 – 1,00	–
2	0,50 – 1,00	1М НСl, 6 годин, 96 ⁰ С
3	0,075 – 0,25	–

Адсорбційну очистку проводили методом перколяції (співвідношення діаметра до висоти адсорбційної колонки – 1/17, термостатування при 50 °С). Очистці піддавали оливу МК-8п. Концентрація кислих сполук в досліджуваній оливі – 1,867 м-екв/дм³. Кислотність оливи визначали методом потенціометричного титрування. Ступінь очищення оливи від продуктів окислення визначали вимірюванням оптичної густини очищеної оливи відносно вихідного зразка.

Вирішення завдання

В роботі було проведено дослідження адсорбції на природному палигорськіті сполук кислого характеру (рис. 1), та порівняння її з адсорбцією смол і осадів (рис. 2). Попередня підготовка адсорбенту суттєво впливає на якість очищення оливи від кислот (рис. 1). Так, при зміні гранулометричного складу від 0,5-1,0 (кр.1) до 0,075-0,250 мм (кр. 2) ефективність адсорбенту суттєво зростає.

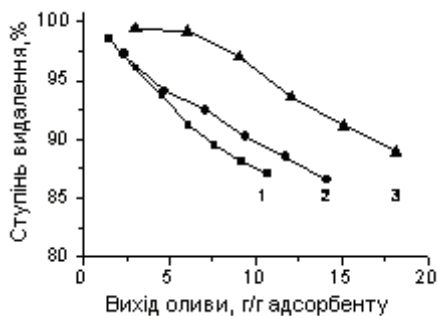


Рис. 1. Залежність ступеня видалення адсорбентом сполук кислого характеру від виходу очищеної оливи (нумерація кривих відповідає номерам зразків табл. 1)

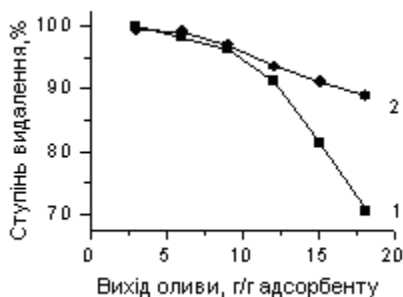


Рис. 2. Видалення смол і осадів (1) та кислот (2) в процесі перколяційної очистки

А коли врахувати, що адсорбенти не піддавались попередній термічній обробці, то для термоактивованих при 200 °С зразків можна очікувати багато кращих результатів завдяки збільшенню концентрації високоенергетичних адсорбційних центрів в результаті видалення адсорбованих з повітряносухого палигорськіту молекул води.

Порівняння кривих 1 і 2 (рис. 1) дозволяє зробити висновок, що кислотна активація майже не впливає на здатність адсорбента вилучати кислоти з оливи. Це можна пояснити перебіганням двох взаємопротилежних процесів: з одного боку зовнішня поверхня адсорбенту стає більш розвиненою, з іншого боку зменшується кількість активних адсорбційних центрів.

В роботі було проведено дослідження селективності адсорбенту до смол і осадів (рис. 2). Порівняльна характеристика показала, що палигорськіт виявляє більшу селективність до кислот (крива 2), ніж до продуктів їх поліконденсації – смол і осадів (крива 1).

Висновки

Встановлено, що застосування природних алюмосилікатів дозволяє ефективно очищати оливи від сполук кислого характеру. Природний палигорськіт без термоактивації вилучає до 90% кислот.

Показано, що зразок гранулометричного складу 0,075 – 0,25 мм більш ефективний, ніж – 0,5 – 1,0 мм. Подальше подрібнення адсорбента є недоцільним з технологічної точки зору – зменшення розміру гранул призводить до зниження швидкості процесу перколяції.

Відзначено високу активність дослідженого зразка в процесі видалення кислот без попередньої кислотної активації. Це дозволяє вилучити стадію кислотної активації з процесу підготовки адсорбенту.

Список літератури

1. *Большаков Г.Ф.* Восстановление и контроль качества нефтепродуктов / Г.Ф. Большаков. – Л.: „Недра”, 1974. – 320 с.

2. *Чайка О.Г.* Апроксимаційні залежності процесу регенерації відпрацьованої моторної оливи / О.Г. Чайка, І.М. Петрушка, Ю.О. Малик, Ю.А. Чайка / Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2012. – № 726. – С. 265–269.

3. *Евдокимов А.Ю.* Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. – М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. – 424 с.

4. *Овчаренко Ф.Д.* Коллоидно-химические основы очистки нефтепродуктов / Ф.Д. Овчаренко. – В кн.: Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем. – Киев: Наук.думка, 1983, вып. 15, С. 38-46.

Вплив фулеренових присадок на термоокиснювальну стабільність та протизносні властивості авіаційних паливно-мастильних матеріалів

Розглянуто основні експлуатаційні властивості палива РТ та досліджено вплив фулерену на схильність вуглеводнів палива до утворення нерозчинних продуктів окиснення – термічну стабільність, а також протизносні властивості.

Вступ

Вуглеводні паливно-мастильних матеріалів нафтового походження мають низьку хімічну і термоокиснювальну стабільність, тобто характеризуються підвищеною схильністю до окиснення, смоло- і осадоутворення. Встановлено, що стабілізація таких палив та олив традиційними інгібіторами недостатньо ефективна. Існує необхідність розробки і впровадження присадок нового покоління для ефективної роботи паливно-мастильних матеріалів.

Аналіз досліджень та публікацій

Із удосконаленням авіаційної техніки відбувається підвищення теплового навантаження двигунів і їх паливних систем, використання палива як робочого тіла для охолодження масла, радіолокаційної та іншої апаратури [2], тому особливо актуальним є питання контролю термоокиснювальної стабільності палив, під якою розуміють стійкість вуглеводнів до окиснення киснем повітря та мінімальну схильність смолоутворення.

Окисненню піддаються вуглеводні всіх класів, але з різною швидкістю та напрямом реакцій, а отже, і складом продуктів окиснення, що має велике значення для експлуатаційних властивостей палив.

Особливою відмінністю експлуатаційних властивостей палив є їх безпосередній зв'язок з надійністю авіаційної техніки. Правильна і швидка перевірка якості авіаційного палива за показником термоокиснювальної стабільності сприяє не лише забезпеченню надійної експлуатації двигунів і літаків, але і подальшому прогресу в області створення нових ефективніших зразків палив, розробки перспективних технологічних процесів їх виробництва [1].

Через підвищений знос деталей порушується стабільність роботи насосів-регуляторів: частоти обертання початку автоматичної роботи, значення витрати палива при мінімальній і максимальній продуктивності, характеристики автоматів запуску, тиску палива, який підтримується клапанами постійного тиску. Зміна вище перерахованих показників, які регулюються заводом-виробником впливає на експлуатаційні параметри двигуна і надійність роботи його вузлів і деталей. Фізико-хімічні властивості палив визначають надійність роботи насосів-регуляторів. На знос деталей паливо-регулюючої апаратури впливають такі показники якості ПММ як

в'язкість, вуглеводневий склад, фракційний склад, вміст сірчаних, азотних сполук, термічна стабільність, вміст смол, води, механічних домішок та розчинених газів.

Тому дослідження протизносних властивостей паливно-мастильних матеріалів, поліпшення цього показника дозволяє збільшити ресурс роботи паливо-регулюючої апаратури.

Протягом останнього часу відбувся досить значний прогрес в технологічних процесах одержання та дослідження наноматеріалів, синтезу нанокластерів ряду металів, фулеренів і вуглецевих нанотрубок, зроблений значний крок вперед в методах вивчення їх властивостей та застосування.

Один із напрямів сучасної хімічної технології, що найдинамічніше розвивається, пов'язаний з відкриттям і дослідженням фулеренів. Останнім часом їхньому вивченню приділяють багато уваги і це логічно. Адже відкриття нової алотропної модифікації вуглецю сприяло значному розвитку багатьох напрямків науки і техніки. Не минуло це відкриття й нафтохімію.

Застосування наноматеріалів у цій галузі є особливо перспективним напрямком. Так проводяться дослідження можливості застосування фулеренів в якості присадок та добавок, що значно поліпшують фізико-хімічні властивості палив.

Велика увага до фулеренів була зумовлена їхніми унікальними хімічними властивостями [2]. Молекули побудовані з п'яти і шестикутових фрагментів. П'ятикутники, які відсутні у шаровій структурі графіту, забезпечують замкнутість каркасів фулеренів. Найменш стабільними і тим самим найбільш доступними із фулеренів є фулерен C_{60} . Молекула C_{60} відноситься до ікосаедричної групи і представляє собою багатогранник, який має 12 – п'яти і 20 – шести кутових граней, що своєю структурою та формою нагадує футбольний м'яч (рис. 1).



Рис. 1. Молекула фулерену C_{60} і футбольний м'яч

Фулерени відрізняються високою хімічною інертністю по відношенню до процесу мономолекулярного розпаду. Так, молекула C_{60} зберігає свою термічну стабільність до 1700K.

Проте, у присутності кисню окиснення цієї форми вуглецю до CO і CO_2 спостерігається вже при істотно нижчих температурах (близько 500 K). Процес приводить до утворення аморфної структури, в якій на одну молекулу C_{60} припадає дванадцять атомів кисню, при цьому молекула фулерену практично повністю втрачає свою форму. При подальшому підвищенні

температури до 700K відбувається інтенсивне утворення CO і CO₂ і остаточне руйнування впорядкованих структур фулеренів.

Постановка завдання

Окисненню піддаються вуглеводні всіх класів, але з різною швидкістю та напрямом реакцій, а отже, і складом продуктів окиснення, що має досить велике значення для експлуатаційних властивостей палив.

Нагрів палив за наявності кисню зменшує термоокиснювальну стабільність і призводить до виникнення твердої фази у вигляді осаду і смол, які, відкладаючись на деталях паливної системи, змінюють її характеристики і викликають забруднення фільтрів та форсунок, а застосування технологічного процесу гідроочистки палива РТ призводить до вилучення з нього природних інгібіторів, що посилює знос деталей, що труться, паливної системи [2].

Тому з удосконаленням техніки виникла необхідність у розробці та дослідженнях модифікованих присадок – фулеренів для покращення окиснювальної та протизносної стабільності палив.

Вирішення завдання

Для оцінки впливу фулерену C₆₀ на антиокисні властивості палив проводили випробування відповідно до ГОСТ 11802 (рис.2). Метод полягає в окисненні зразка палива в присутності міді як каталізатора у приладі ТСРТ-2 за температури 150 °С протягом 4 год з наступною кількісною оцінкою утвореного осаду.



Рис. 2. Прилад для дослідження ТСРТ-2

Апарат ТСРТ-2 – це металевий електротермостат, в якому розміщені чотири герметично закриті сталеві бомби з нержавіючої сталі. Для контролю герметичності на кожній бомбі встановлений манометр. Постійну температуру в апараті (150 °С) підтримують з точністю ± 2 °С і контролюють

термометром. Місткість однієї бомби становить $225 - 250 \text{ см}^3$, співвідношення обсягів палива і повітря в бомбі становить від 1:3 до 1:4 (на 50 см^3 палива від 175 до 200 см^3 повітря).

Для проведення досліду включають апарат ТРСТ-2 в електромережу, нагрівають до 150°C , а потім поміщають туди підготовлені бомби з паливом. Через 1 годину температура палива досягає 150°C . Після закінчення 4 годин від початку випробування бомби виймають з апарату і охолоджують до кімнатної температури. Потім бомби відкривають і паливо фільтрують та промивають розчинником. Після цього фільтри переносять в стаканчики, які застосовувалися для сушки і зважування фільтрів, та висушують фільтри до постійної маси.

Масову концентрацію осаду ($C_{\text{ос}}$), мг на 100 см^3 розраховують за формулою:

$$C_{\text{ос}} = 2 (m_2 - m_1),$$

де m_1 – маса стаканчика для зважування з чистим фільтром, мг;

m_2 – маса стаканчика для зважування з осадом на фільтрі, мг.

У процесі дослідження спостерігали за зміною концентрації осаду залежно від концентрації фулерену, який додавали як присадку, для покращення антиокисних властивостей палива. Для дослідження було вибрано реактивне паливо РТ. Результати випробування наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Термоокиснювальна стабільність палива РТ

Склад	Концентрація фулерену, г/л.	Концентрація осаду, мг/100 см^3
РТ	—	6
РТ+ C_{60}	0,011	5,2
РТ+ C_{60}	0,018	4,5
РТ+ C_{60}	0,025	3,8
РТ+ C_{60}	0,036	3,3
РТ+ C_{60}	0,043	3,1

З одержаних даних досліджень помітно, що додавання навіть незначної кількості фулерену в якості антиокиснювальної присадки, зменшує кількість осаду в паливі.

Знос і ресурс роботи паливної апаратури, яка встановлюється на сучасних реактивних двигунах внутрішнього згорання, залежить від умов її експлуатації і протизносних властивостей палив, які відіграють роль змащувального матеріалу в паливній системі. Інтенсивність зносу деталей визначається хімічним складом паливно-мастильних матеріалів, швидкістю відносного

переміщення деталей, навантаженням, температурою в зоні контакту пар тертя, змащувальними властивостями паливно-мастильних матеріалів. Тому було проведено дослідження впливу фулеренів на змащувальні властивості реактивного палива РТ та проаналізовано величину зносу деталей.

Протизносні властивості оцінювалися на УПС-01. За результатами досліджень визначали знос, який оцінювали по діаметру плям зносу d .

У процесі дослідження спостерігали за зміною величини зносу залежно від концентрації фулерену, який додавали як присадку, для покращення змащувальних властивостей палива. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Трибологічні властивості палива РТ

Склад	Концентрація фулерену, г/л	Знос, $d_{\text{зн}}$, мм	Навантаження Р, Н
РТ	-	0,74	100
РТ + фулеренова суміш	0,016	0,67	100
РТ + фулеренова суміш	0,285	0,55	100
РТ + фулерен C_{60}	0,033	0,62	100

Таким чином, якщо в реактивному паливі присутня навіть незначна концентрація фулерену, діаметр плями зносу, при випробовуваннях у стандартних умовах тертя, призводить до значних змін характеру вихідної текстури поверхні та зменшення діаметра плями зносу. Тому додавання фулерену до реактивного палива, значно зменшує величину зносу деталей двигуна.

Висновки

Використання фулеренів в якості антиокиснювальної присадки значно поліпшує фізико-хімічні властивості палив і є перспективним напрямком проведення наукових досліджень.

Список літератури

1. Данилов А.М. Применение присадок в топливах./ А.М. Данилов. – М.: Мир, 2005. – С. 288.
2. Іванов С.В. Перспективи використання фулеренів як присадок до нафтопродуктів /С.В. Іванов, О.В. Єфіменко, Є.В. Полункін // III Міжнародна науково – практична конференція «Проблеми хімотології». – К.: НАУ, 2010. – С. 139 – 142.
3. Ковтун Г.А., Плужников В.А. Химия ингибиторов окисления. – Киев: Наук. думка, 1995. – 296с.

*І. І. Івіцький, к.т.н., В. І. Сівецький, к.т.н., О. С. Колосов, д.т.н.,
О. Л. Сокольський, к.т.н. (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна)*

Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали у авіакосмічній промисловості

Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали мають широкі можливості використання в авіакосмічній промисловості. Зокрема, такі матеріали найчастіше використовуються в якості оболонок конструкцій силового і спеціального призначення. Питання створення та експлуатації таких матеріалів лежить у розрізі електроніки, полімерного машинобудування та неруйнівного контролю.

Питання отримання інформації про характеристики відповідальних деталей та вузлів, зокрема, про їх напружено-деформований стан (н.д.с.), в режимі реального часу надзвичайно актуальне у наш час. Введення у виробу з полімерних композиційних матеріалів інтелектуальних датчиків (ІД) дозволяє проводити дистанційну діагностику та моніторинг цих виробів безпосередньо під час їх експлуатації. Це актуально в таких сферах, як:

- авіакосмічна промисловість (контроль н.д.с. елементів літальних апаратів);
- медицина (контроль елементів штучних клапанів серця, тощо);
- суднобудування (контроль зносу найбільш відповідальних елементів підводних човнів);
- автомобілебудування та машинобудування (контроль напружень, які виникають у відповідальних місцях під час експлуатації).

Інтелектуальні полімерні композиційні матеріали (ІПКМ) найчастіше використовуються в якості оболонок конструкцій силового і спеціального призначення. Інтелектуальна оболонка являє собою сукупність електронних пристроїв, які здійснюють прийом, переробку і передачу інформації. Вони розміщені безпосередньо в самій обшивці, що виконується з ІПКМ.

З початку 1980-х рр. в рамках проекту «Форкаст-1» (США) були розглянуті сотні перспективних розробок, близько 70 яких в 1985 р відібрані для подальшого вдосконалення по проекту «Форкаст-2». У лабораторії астронавтики (база ВПС Едвардс, штат Каліфорнія), науково-дослідному центрі імені Ленглі (NASA) та у Науково-дослідному центрі імені братів Райт (база ВПС Райт-Паттерсон, штат Огайо) розробляють оболонки з ІПКМ для космічних літальних апаратів. До роботи залучені фірми Hughes Aircraft, Rockwell International, Westinhaus, Lockheed, Boeing, McDonnell Douglas.

Розробка ІПКМ, що здатні до самодіагностики та адаптування, дозволила перейти до виробництва авіатехніки 5-го покоління з високим рівнем експлуатаційних характеристик. Як приклад можна привести: «Рафаель» (з ІПКМ передня частина фюзеляжу, велика частина конструкції крил, виробник фірма Дассо-Бергу, Франція), що зображено на рис. 1; JAS-39

(обшивки і сегменти крил з лонжеронами, фірма Saad-Scania, SAAB, Швеція); F-35 Joint Strike Fighter (США); Lockheed Martin F/A-22 Raptor (США); проект 1.44 (МІГ, Росія); перехідні до 5-го покоління СУ-30 МКІ (аналог F-18), СУ-34, СУ-27 СКМ, СУ-30 МК, СУ-35, МІГ 29 СМТ. Ці літаки приходять на зміну винищувачам 4-го покоління F-15, F-16 (США), МІГ-29, СУ-27 (Росія).

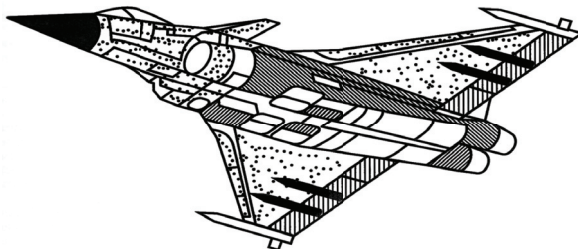


Рис. 1. Літак 5-го покоління «Рафаель» (позначені конструкції з ППКМ)

ППКМ використовують для подальшого вдосконалення літальних апаратів. Поліпшення аеродинамічних характеристик літальних апаратів пов'язують з використанням аеропружних крил (проект Active Aeroelastic Wing)

Питання комп'ютерного моделювання введення у розплав полімерного матеріалу ІД, що дають змогу здійснювати моніторинг відповідальних деталей та вузлів, зокрема їх н.д.с. досліджено у роботах [1-3]. При введенні датчиків необхідно точно контролювати глибину введення, адже при контролі н.д.с. необхідно враховувати розміщення датчика у виробі [4]. Комп'ютерне моделювання дозволило встановити доцільні технологічні параметри при введенні ІД у розплав полімерного матеріалу на необхідну глибину.

Слід зауважити, що проблема отримання даних з ІД, введених у полімерний композит, багатопланова. З одного боку, питання стосується технології та обладнання для введення датчиків в полімерні композити, інтерпретації даних деформацій і інших властивостей, отриманих від датчиків, та пов'язане з полімерною інженерією. З іншого боку, питання прийому сигналів про глибину залягання інтелектуальних датчиків і їх подальша обробки, пов'язані з неруйнівним контролем.

Було досліджено можливість отримання сигналу про глибину залягання інтелектуальних датчиків, що вводяться на певну глибину в полімерний композиційний матеріал з використанням електростатичного методу неруйнівного контролю [5]. Проведено моделювання розподілу електричного потенціалу в матеріалі. Завдяки моделюванню визначено максимально можливу глибину введення інтелектуального датчика у полімерний матеріал, яка може бути виміряна з заданою точністю. Крім того, отримані результати дозволяють шляхом числового моделювання встановлювати максимальну глибину введення інтелектуальних датчиків у полімерний матеріал.

З практичної точки зору розроблено конструкції пристроїв та методи введення ІД у полімерний матеріал при переробці методами екструзії, лиття

під тиском та пресування [6]. Запропоновані методи та пристрої забезпечать введення ІД в будь-які задані точки полімерних виробів, що дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації таких виробів завдяки завчасному отриманню сигналів від введених ІД про настання критичного стану.

Висновки

Застосування інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів у авіабудуванні дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг н.д.с. відповідальних вузлів та деталей у режимі реального часу. Завдяки моніторингу можливе вчасне виявлення критичних напружень у матеріалі та отримання інформації про його напружений стан, що дає змогу реагувати на його зміни за допомогою актуаторів.

Список літератури

1. Івіцький І. І. Моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплав полімерного композиційного матеріалу / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. — №5/3(31). — С. 22—26.
2. Моделювання введення інтелектуального датчика у канал переробного обладнання / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Збірник доповідей IV наукової конференції «Фундаментальні та прикладні дослідження у сучасній науці». — Харків: Технологічний Центр, 2016. — С. 55—56.
3. Комп'ютерне моделювання введення інтелектуального датчика у розплав полімерного матеріалу у програмному комплексі ANSYS Polyflow / І. І. Івіцький, В. І. Сівецький, О. Є. Колосов, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем». — 2016. — С. 38—40.
4. Характеристика типів конструкцій «інтелектуальних» матеріалів / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, В. С. Кривошеєв, І. І. Івіцький, В. М. Куриленко // Збірник доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». — К.: НТУУ «КПІ», 2016. — С. 57—59.
5. Modeling the electrostatic control over depth of the introduction of intelligent sensors into a polymer composite material / I. Ivitskiy, V. Sivetskiy, V. Bazhenov, D. Ivitska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol. 1. — №5(85). — P. 4—9.
6. Сівецький В. І. Методи та пристрої для виготовлення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький, О. Є. Колосов, В. М. Куриленко // Вісник НТУ «ХПІ». Механіко-технологічні системи та комплекси. — 2016. — №4. — С. 95—101.

*Т.А. Гаєвська, О.А. Спаська, к.т.н., Ю.В. Білокопитов, д.х.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Утилізація відходів виробництва хлорвінілу каталітичним дегідрохлоруванням

Проведено пошук селективних та стабільно працюючих оксидних каталізаторів в процесі дегідрохлорування 1,1,2-трихлоретану до вініліденхлориду, цис- і транс-дихлоретиленів на основі оксидів MgO , CaO , PbO , SiO_2 , Al_2O_3 і подвійних оксидів $SiO_2 \cdot Al_2O_3$, $SiO_2 \cdot MgO$, $SiO_2 \cdot CaO$.

Незважаючи на давність і велику кількість досліджень в області екологічно чистого виробництва, проблема утилізації та переробки промислових відходів залишається актуальною досі. Тому з'явилася економічно, технологічно та екологічно обгрунтована необхідність в розробці і впровадженні все нових прогресивних і безпечних методів вирішення проблеми порятунку біосфери від небезпеки її забруднення відходами виробництва і споживання.

Під час виробництва однієї тонни вінілхлориду утворюється близько 30 кг хлорорганічних відходів, які представляють собою багатокомпонентну суміш хлорпохідних етану і етилену і смолистих речовин. Основними компонентами вказаних відходів є (% по масі): 40–43 1,2-дихлоретан; 30–35 1,1,2-трихлоретан (ТХЕ); 23–15 перхлоретилен, 1,1,2,2- і 1,1,1,2-тетрахлоретани (сумарно) і 7 смоли. З цих даних видно, що ТХЕ у відходах є у значній кількості і, наскільки відомо з літератури, сьогодні не утилізується.

В даній роботі проведено пошук гетерогенних каталізаторів [1] процесу дегідрохлорування 1,1,2-трихлоретану з отриманням 1,1-дихлоретилену (вініліденхлориду – ВДХ) [2], який використовується для виробництва полімерів, що мають високу стійкість до стирання, дії розчинників і хімічної корозії.

Відомо, що дегідрохлорування ТХЕ відбувається з утворенням в основному як ВДХ, так і цис-, транс-1,2-дихлоретиленів (ДХЕ) [3], причому останні є менш цінними промисловими напівпродуктами, ніж ВДХ. У промисловості ВДХ отримують дегідрохлоруванням ТХЕ з використанням стехіометричних кількостей гідроксидів кальцію або натрію. Ці процеси виробляють велику кількість відходів, таких як хлориди кальцію або натрію і забруднених стічних вод, що не відповідає сучасним екологічним вимогам. Як стехіометричні дегідрохлоруючі реагенти використовують також аміни. Однак процеси з використанням стехіометричних кількостей дегідрохлоруючих реагентів не є економічними і мало продуктивними.

Важливими для практики є гетерогенно-каталітичні методи дегідрохлорування ТХЕ [1], які мали б високу продуктивність, селективність, велику тривалість роботи без втрати активності, здатність забезпечити вимоги екології і утилізувати головний побічний продукт – хлористий водень.

В даній роботі було випробувано більше сотні різних каталітичних систем, що містять різні органічні і неорганічні сполуки з більш-менш вираженими основними властивостями: цеоліти; аніоніти в HO^- , Cl^- і F^- - формах; металеві і онієві галоген ангідриди; органічні основи, тобто, аміни, фосфіни і оксиди фосфінів; прості і подвійні оксиди металів; карбонати лужних і лужно-земельних металів; інші речовини.

Каталізатори ДГХ, що нанесені на оксиди (Al_2O_3 , SiO_2) дезактивуються значною мірою за рахунок хлорування носіїв. Були застосовані вуглецеві носії, які є не реакційноздатні до хлороводню, що виділяється при ДГХ. Маючи це на увазі, ми використовували синтетичні активовані вугілля, люб'язно подаровані академіком В.В. Стрелко.

Вугілля СКН, сферичне гранульоване отримували з азотовмісного співполімера шляхом піролізу і подальшою високотемпературною активацією з водяною парою. Сорбенти СКН містять від 1 до 6% хімічно зв'язаного азоту, в залежності від тривалості активації парою. Вони багато в чому відрізняються від звичайного вугілля, оскільки демонструють дуже високу хімічну стабільність до 600-800 °C, підвищену механічну міцність на 20-30% вищу, ніж у кращого технічного вугілля, об'єм адсорбції пор від 2 до 2,5 раз більше, ніж в технічному вугіллі, а також високу питому площу поверхні близько 1500 м²/г, як визначено за допомогою адсорбції аргону. Як сорбенти, СКН містять атоми азоту з основними властивостями. В роботі показано, що атоми вуглецю і самі можуть виступати як каталізатори ДГХ з помірною селективністю по відношенню до ВДХ, яка може бути збільшена шляхом нанесенням на сорбенти активних каталізаторів ДГХ, основних за своїм характером.

Найбільш перспективними для ДГХ ТХЕ до ВДХ були визнані імідазоли. Каталізатор, який містить 20% 2-фенілбензімідазолу, що нанесений на активоване вугілля СКН-М забезпечує перетворення ТХЕ 80-90% і селективність по відношенню до ВДХ приблизно 55% при 220 °C і ТХЕ концентрації біля 10%. Він працював протягом 100 годин без помітного зниження активності і селективності.

Дослідження високоосновних оксидів (BaO , SrO , PbO , Pb_3O_4) показало, що вони роблять значний внесок в хімічне ДГХ в загальний каталітичний процес. Це видно з високого ступеня хлорування оксидів і майже кількісної селективності для ВДХ, яка залишається постійною навіть при значному падінні конверсії ТХЕ. Таким чином, вони є непривабливими як каталізатори. Більш перспективним є пошук стабільних каталізаторів на основі CaO , MgO , SiO_2 і подвійних оксидів.

Вказані системи підходять для вивчення факторів, що забезпечують зв'язування і видалення HCl з реакційної зони.

Для того щоб оцінити ступінь хлорування оксидних каталізаторів в ході реакції дегідрохлорування було визначено кількість хімічно зв'язаного хлору, як хлорид-аніонів в деяких з них після використання в реакторі. Виявлена кількість аніонів Cl^- була виражена кількістю відповідного хлориду металу і, таким чином, кількісно була оцінена ступінь хлорування оксиду металу. Оскільки вміст Cl^- в каталізаторі має залежати від кількості HCl , що

утворюється при ДГХ ТХЕ, зразки оксиду були взяті для аналізу тільки з тих експериментів, де $1,0 \pm 0,1$ моль ТХЕ був перетворений на 1 молі катализатора.

Можливий спосіб підвищення селективності для ВДХ є створення умов, що сприяють ДГХ ТХЕ в ВДХ за радикальним механізмом, який спостерігався в експериментах з 10% CsCl/CaSiO₃.

Гомолітичному процесу можуть сприяти радикальні ініціатори, наприклад, олефіни.

На додаток до ініціювання, вони здатні зв'язувати HCl, стабілізуючи таким чином каталітичні властивості контакту. Знайдено, що ароматичні розчинники, більш ефективно видаляють HCl з поверхні слабо основних катализаторів.

З досліджених носіїв AlPO₄ показав хорошу продуктивність. Разом з відповідними Ca₃(PO₄)₂, він може бути використаний для отримання каталітичних систем з різними активними компонентами, одно- і двовалентними хлоридами металів, імідазолу, хлорметалатами і подвійними оксидами.

Було проведено розрахунок складу продуктів ДГХ ТХЕ в умовах термодинамічної рівноваги при різних температурах та тисках, виходячи з того, що в реакції утворюються як ВДХ, так і цис-, транс-1,2-дихлоретилени, а також хлорвініл.

Було розраховано також вплив тиску на склад реакційної суміші при температурі 500K, для якої селективність за ВДХ є майже найбільшою.

Розрахунки показали, що мольна частка ВДХ і цис-ДХЕ в реакційній суміші є практично однаковими і досягають максимального значення біля 36% за температури 440K, причому при цій температурі перетворення ТХЕ є 100%, а отже значення мольних часток ВДХ, цис-ДХЕ, транс-ДХЕ і ВХ є селективностями щодо цих сполук.

Відзначимо, що за цими розрахунками транс-ДХЕ утворюється в меншій кількості, ніж цис-ДХЕ, а ВХ практично не утворюється.

Присутність катализатора допомагає швидше досягнути стан рівноваги, але він не може зрушити стан рівноваги, тобто значення селективностей щодо сполук, які розраховано з термодинаміки, є максимально досяжними в даній реакції. Таким чином, вища селективність, яку ми спостерігаємо в процесі ДГХ ТХЕ, може свідчити про те, що утворення ВДХ, цис-ДХЕ, транс-ДХЕ і ВХ відбувається не тільки за реакцією крекінгу, але і іншим чином, наприклад, взаємодією з оксидом катализатора.

Список літератури

1. Ross Julian R.H. Heterogeneous Catalysis: Fundamentals and Applications, Elsevier, 2012. – 232 p.
2. Jin Y.-X., Tang C., Meng X.-Q., Li X.-N. Highly stable CsNO₃/SiO₂ catalysts for the synthesis of vinylidene chloride using a gaseous phase method. Acta Phys.-Chim. Sin. – 2016, 32 (2). – P.510–518.
3. Cen Tanga, Yanxia Jina, Jiqing Lua et al. Highly efficient Mg(OH)Cl/SiO₂ catalysts for selective dehydrochlorination of 1,1,2-trichloroethane. Appl. Catal. A: General. – 2015, 508. – P.10–15.

O.A. Zhuravel, T.A. Shabanova,
E.F. Novoselov, associate professor
(National Aviation University, Ukraine)

Dry standardized *nicotiana* leaf for spilled hydrocarbons fuels sorption modelling

The properties of sorbents obtained on the basis of dry standardized leaves, conditions for its sorption, allowing to obtain sorbents with maximum petroleum products sorption capacity have been studied. It was found that the investigated sorbents have sorption capacity comparable with those for industrial oil spillage collecting materials.

INTRODUCTION

Every fall in public parks and gardens are accumulated tonnage of autumn fallen leaves. Within the framework of modern environmental management, such material is considered as a valuable resource and should be processed as fully as possible. Typically, the use of urban autumn fallen leaves (AFL) is limited to production of biohumus. The other part of these "waste" is incinerated or exported in the dumps, polluting the air, soil, surface water, while products of incomplete combustion create serious environmental poisons.

In recent years grows interest to produce oil spillage sorbents from various "waste". Owing to its layered structure and high buoyancy, autumn fallen leaves (AFL) may become a promising material for the preparation of such materials. The aim of this work - the study of the properties of sorbents derived from autumn fallen leaves treated by hydrofobization.

MAJOR PART

Existing sorbents comprise a wide range of organic, inorganic and synthetic products designed to recover petroleum products in preference to water.

Sorbent, should attract petroleum products preferentially to water, i.e. being both oleophilic and hydrophobic. These materials can act either by adsorption by absorption while at adsorption, the petroleum products is preferentially attracted to the surface of the material whereas absorbents incorporate the petroleum products, or other liquid to be recovered, into the liquid part of sorbent.

Adsorbents vs. absorbents. Liquids diffuse into the matrix of an adsorbent material by a process similar to capillary, causing it to combine with the material so that it will not leak out, or cannot be squeezed out under pressure. Market available adsorbents are made from polymers with a high surface area to promote efficient adsorption. As they may reduce the surface area of the liquid, adsorbents can be used with volatile petroleum products. Absorbent materials are, in theory, capable of recovering light fuel petroleum products, but the time required for absorption may be longer and, as a consequence, they are suited more to the recovery of low viscosity liquids and also of spilt hazardous and noxious substances chemicals.

Wetting properties. For successful adsorption, petroleum products should wet the material and therefore spread over its surface in preference to water. A liquid will wet a solid if its surface tension is less than the critical surface tension (J/m) of the solid. For an oil spillage sorbent, it should have J/m value below that of water and above that of petroleum products. The surface tension of water is approximately 60-65 mN/m; for petroleum products it is around 20 mN/m. So PTFE with a J/m value of 18 mN/m will not adsorb petroleum products or water while polypropylene with J/m value of 29 mN/m is good petroleum sorbent. Important inorganic solid vermiculite to possess the required value can be modified by heating. Oleophilic properties of many materials can be enhanced at priming with petroleum products.

Capillary action. With some materials, adsorption occurs via capillary action. The viscosity of the petroleum products has an important effect on the rate of penetration into the structure of the sorbent. Capillary action is particularly important with foam-based sorbents, foams with a coarse cells are effective with viscous petroleum products, on contrary they are not able to retain low viscosity petroleum products.

Cohesion / adhesion/. Cohesion refers to the attraction of a material to itself thereby opposing spreading on a solid surface, while adhesion refers to the attraction of one material to another. Sorbents rely on both adhesion of the petroleum products to the sorbent surface and the cohesive properties of petroleum products. Cohesion is greater for more viscous petroleum products.

Surface area. Sorption rate of a particular sorbent material is directly related to the exposed surface area. In contrast to absorbents, adsorbent materials should be used on volatile liquids with caution. Spreading of the liquid over the internal and external surface area of an adsorbent material can increase the rate of vapor release, with attendant consequences for ignition and/or human health.

Sorbent materials and forms. A wide variety of materials can be used as sorbents. The examples are given in the table below.

Synthetic sorbents are considered generally as most effective in recovering petroleum products. In some cases can be achieved a ratio by weight of petroleum products to sorbent of 40:1, compared to 10:1 for organic products and 2:1 for inorganic materials. Despite the limited adsorptive capability, organic and inorganic materials may be attractive as they are often either abundant in nature or are the waste by-product of an industrial process, and can be purchased readily at low cost or are freely available.

Sorbent in bulk. Most of the materials listed in the table are marketed as loose sorbent and serve a useful purpose to recover small spills of petroleum products on land. Primarily due to the difficulties of controlling their application and retrieval, their use in the real environment should be limited to specific conditions.

Enclosed sorbent. Bulk loose sorbent materials are often enclosed in an outer fabric, mesh or netting to form a boom, pillow or sock that is more straightforward to deploy, control and subsequently easier to retrieve than the loose material itself.

Appli- cation	Material	Benefits	Disadvantages
Bulk	Organic - including bark, peat, sawdust, paper-pulp, cork, chicken feathers, straw, wool and human hair. Inorganic - vermiculite and pumice Synthetic - primarily polypropylene	Naturally abundant or widely available as waste by-product of industrial processes Can be low cost Can serve to protect wildlife at haul-out sites	Can be spread by the wind -difficult to retrieve. Oil products and sorbent mixture difficult to pump - disposal of such mixture limited
En- closed	All of the above bulk materials can be enclosed in mesh or nets	Straightforward to deploy and retrieve than loose sorbent Enclosed boom has a greater surface area than continuous	Strength is limited by the mesh. Organic booms can be saturated and sink. Oil retention is limited
Con- tinuo us	Synthetic - primarily polypropylene	Long-term storage, easy to deploy and retrieve. High oil recovery ratio if used to full capacity	Limited efficiency for viscous oils. Does not readily decompose - limiting disposal
Fibre	Synthetic - mostly polypropylene	Effective on weathered and more viscous petroleum products	Less effective on fresh light and medium petroleum products

Continuous sorbent. Continuous flat sorbents such as sheets, rolls, mats, pads and webs are characterized by their high surface area to volume ratio. Continuous sorbents are primarily manufactured from synthetic materials with woven or melt-blown polypropylene.

Criteria for selecting sorbents

Buoyancy. For sorbents to be used effectively on floating petroleum products they must have and retain high buoyancy, remaining afloat even when saturated with petroleum products and water. A number of natural organic materials such as straw and sawdust have good initial buoyancy but eventually become waterlogged and sink. However, buoyancy can in some cases be crucial to the effectiveness of a sorbent. For example, some light, less dense materials may remain on top of heavy, viscous petroleum products.

Saturation. Sorbents can quickly become saturated by petroleum products. Once saturated, sorbents cannot recover further petroleum products and should be removed as quickly as possible to avoid any subsequent leaching.

Petroleum products retention. Some materials rapidly adsorb petroleum products, but, unless retrieved in good time, the sorbent may subsequently release much of it as a result of the effects of wind, waves and currents. Sorbent materials

with fine pores, such as vermiculite, generally exhibit good petroleum products retention characteristics. The shortcoming with these materials is their poor performance in the recovery of viscous petroleum products.

Strength and durability. The durability of a sorbent is important in those situations where it may be left in-situ for an extended period of time before recovery. Sorbent booms may start to degrade within a matter of hours as a result of objective environmental effects.

Fermentation. Some organic sorbents can ferment when left in contact with water for an extended period of time. In addition to altering their composition and efficiency in selectively recovering petroleum products, this can give rise to problems with recovery, storage and disposal of the resultant sorbent/liquid mixture.

Cost. The cost of sorbent products varies greatly and is primarily dependent upon the material used. Organic and inorganic materials are comparatively less expensive than synthetic products.

Availability, storage and transportation. The performance of synthetic sorbents makes their use attractive but they may not always be immediately available at the site of the spill. While organic and inorganic sorbents may be less efficient, they may offer a practical alternative as they are often more widely available.

Application. The use of bulk sorbents raises a number of efficiency and safety issues, as loose powder or particulate sorbents over open water has several inherent disadvantages. Wind can carry product away from the superficial layers, causing additional pollution. Without suitable mixing of the sorbent material with the petroleum products the sorbent may remain afloat on the top of the petroleum products resulting in poor efficiency. In order to overcome these obstacles, many special devices have been designed to discharge powder and particulate sorbents over the side of a ship in a controlled way. Sorbent boom is far easier to deploy than bulk sorbent.

Use with other clean-up techniques. Careful management of a response and of response personnel is required to ensure that the clean-up techniques employed do not counteract each other. It is important to remember when using sorbents that the surface tension of both petroleum products and water can be significantly altered by the surface active agents present in dispersants. As a result, the use of dispersants or other spill response chemicals can interfere with the ability of sorbents to function as designed, as they can decrease both the oleophilic and hydrophobic properties, significantly increasing the amount of water and decreasing the amount of petroleum products recovered.

Recovery. Unless sorbent is recovered from the water surface, it becomes as much a pollutant as the petroleum products itself.

Incineration. Burning contaminated sorbent may be a practicable option if the sorbent material is combustible and does not contain excessive quantities of water. **Landfill.** Disposal of sorbent material as landfill is also usually strictly controlled by local or national regulations is treated as a hazardous waste and the use of designated hazardous material landfill sites may be required, with consequent increases in the cost of transport and disposal.

Biodegradation. Organic sorbent materials can be biodegradable.

Depending on local waste disposal regulations and, disposal of organic sorbents by land farming may be permitted. Degradation may take a number of years, although faster degradation can often be achieved by aeration using cultivation equipment and the application of fertilizers. Composting of certain organic sorbents may also be a viable disposal route.

EXPERIMENTAL PART

Oil spills are of global concern due to their environmental and economic impact.

We have experimentally investigated the feasibility of cheap dry plant leaves using for the sorption of liquid contaminants. The tests were carried out at room temperature. As an object of research we have chosen the commercially available commodity products according to DSTU GOST 3935: 2004 which are dry leaves of *Nicotiana*, packed in paper according to GOST 5709 - 86. Which we call containers. The products have the form of accurate cylinders, 70 mm long, 7 mm in diameter. They were chosen for reasons of high standardization of these products parameters. Containers were horizontally immersed into a Petri dish filled with a sorbate for a time of 5 minutes until visually complete wetting.

The results of the gravimetric study are presented in the table

No.	Sorbate	Container weight, g	Container mass after test, g	Sorbate mass, in 3 days, g	B.p. sorbate C
1	Diesel	0.769	(3 days) 2.10	1.291	180-360
2	Petrol	0.787	(15 min) 1.66	0.086	33-205
3	Hexadecane	0.769	(10 min) 2.12	1.371	287
4	Hexane	0.735	(1 min) 1.45 (3 days) 0.72	-0.015	68
5	Benzene	0.806	(15 min) 1.26 (3 days) 0.786	-0.02	80.01
6	Biodiesel	0.781	(3 min) 2.31 (3 days) 2.28	1.499	330 - 350
7	Motor oil	0.806	(1 day) 2.24	1,434	- (high)
8	Water	0.753	(1 min) 2.04 (3 days) 0.949	0.196	100

CONCLUSIONS:

- We have found that industrially made standardized packages of plant *Nicotiana* leaf can be used for the sorption of spilled hydrocarbons modelling, research and development.
- Higher levels of bulk sorption and sorbate retention are found for the hydrocarbons with higher boiling points.

*Л.М. Егорова, к.х.н. (Харьковский национальный
автомобильно-дорожный университет, Украина),
Э.Б. Хоботова, д.х.н. (Харьковский национальный
автомобильно-дорожный университет, Украина),
В.И. Ларин, д.х.н. (ХНУ им. В.Н. Каразина, Украина)*

Изучение технологического процесса химического травления сплава БрБ2 в различных электролитах

Аннотация. Исследован процесс химического растворения бериллиевой бронзы в растворах различного состава. Определена селективность растворения компонентов сплава БрБ2 и модификация поверхности сплава при химическом травлении в хлоридных растворах. Показано, что равномерное и высокоскоростное химическое растворение бериллиевой бронзы возможно в кислой среде в присутствии ионов хлора, нитрат-ионов и ионов-окислителя Fe^{3+}

В качестве основных конструкционных материалов в промышленности и технике используются металлы и сплавы. Весьма перспективным является создание композиционных, неметаллических материалов, но их удельный вес не так велик в промышленности, а поэтому использование и разработка сплавов является достаточно актуальным. Кроме того, развивающаяся техника постоянно предъявляет иногда специфические требования к конструкционным материалам. Создание новых видов металлических материалов с повышенными механическими, эксплуатационными свойствами непременно должно сопровождаться оценкой их коррозионной стойкости, так как разрушение металла под действием рабочей среды может свести на нет все положительные свойства материала.

Медные сплавы (латуни, бериллиевые бронзы) являются технически важными сплавами в машиностроительной, электронной, авиационной и других отраслей промышленности. Сложности, возникающие при анодной обработке поверхности медных сплавов, требуют детального изучения химического растворения медных сплавов, в том числе и бериллиевых бронз в растворах электролитов различного состава.

Цель: исследование химического растворения сплава БрБ2 в растворах различного состава, подбор составов травильных растворов с оптимальными характеристиками.

Химическое травление БрБ2 изучали с помощью экспериментальных методов исследования: гравиметрического, электронно-зондового микроанализа, атомно-абсорбционной спектрометрии. Определение скорости травления с помощью гравиметрического метода основывалось на использовании вращающегося дискового электрода, (ВДЕ), изготовленного из бронзы марки БрБ2. Элементный состав сплава БрБ2 определен гравиметрическим методом по ДОСТ 15027.13-77. Массовая доля бериллия в сплаве БрБ2 составляет 1,78 %.

Для выяснения состояния материала (сплав БрБ2), а именно закаленный или состаренный было проведено определение твердости сплава БрБ2 по Бринеллю *HB* на твердомере UIT-HBW-1S с помощью программы «Определение твердости материалов вдавливанием сферического индентора». Было определено, что твердость по Бринеллю *HB* = 284,3 – что соответствует состаренному состоянию бериллиевой бронзы [1-2].

Это очень важно с той точки зрения, что процесс старения бериллиевой бронзы БрБ2 оказывает существенное влияние на ее физико-механические свойства. Как известно, особенностью бериллиевых бронз является большой диапазон изменения физико-химических свойств во время термообработки. В закаленном состоянии эти сплавы обладают высокой ударной вязкостью. После старения вязкость бериллиевой бронзы резко снижается, а прочность и твердость возрастает. Поэтому именно свойства, полученные при старении определяют долговечность и надежность деталей из бериллиевой бронзы [3].

Определена скорость ионизации и селективность растворения компонентов сплава БрБ2 при химическом травлении в хлоридных растворах, что представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты исследования скорости и селективности растворения бериллиевой бронзы в растворах на основе FeCl_3 (время травления – 20 мин., $\omega=74 \text{ об}\cdot\text{с}^{-1}$)

	Состав раствора, моль/л	$V \cdot 10^3$ кг/м ² ·с	Содержание ионов, г/л		Коэффициенты селективности компонентов сплава	
			Be^{2+}	Cu^{2+}	Z_{Be}	Z_{Cu}
1	0,5 M FeCl_3	1,61	0,0964	5,04	0,95	1,06
2	0,75 M FeCl_3	2,1	0,0544	3,71	0,7	1,39
3	1,0 M FeCl_3	2,6	0,0915	5,57	0,8	1,24
4	0,5M FeCl_3 + 1,5M KNO_3	1,67	0,047	4,7	0,5	2,04
5	0,5M FeCl_3 + 1,5M KNO_3 + 0,5M HCl	1,97	0,0413	3,53	0,6	1,7
6	0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	2,17	0,0628	3,86	0,81	1,25
7	0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + 0,25M H_2SO_4	1,84	0,0459	2,27	1,0	1,0
8	0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + 0,5M HCl	2,4	0,0625	3,45	0,9	1,1
9	0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + 0,5M HNO_3	2,26	0,06948	4,27	0,8	1,25

Растворение сплава БрБ2 в растворах FeCl_3 значительно выше, чем в других исследуемых растворах травления, что обусловлено высокой окислительной способностью Fe^{3+} .

В качестве добавок были выбраны KNO_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. Выбор именно этих компонентов осуществлялся в результате анализа литературных данных по комплексообразованию бериллия и меди [4-7].

В качестве третьего вещества были введены HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , которые снижают pH раствора для увеличения растворения бериллия. На основании анализа значения скорости растворения сплава БрБ2 (см табл.1) был выбран ряд составов травильных растворов с высокой скоростью растворения, в которых исследована селективность растворения компонентов бериллиевой бронзы.

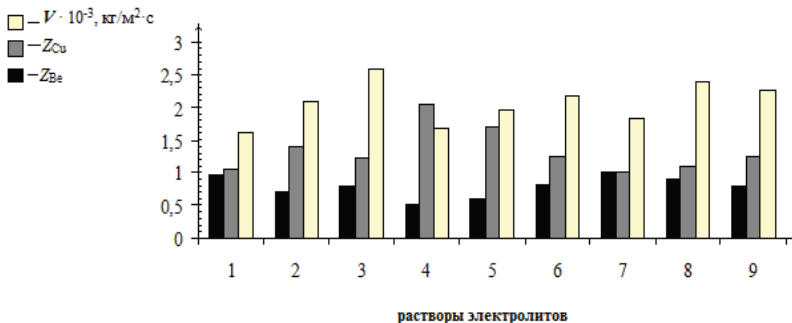
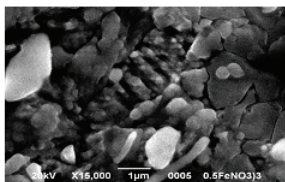


Рисунок 1 – Гистограмма зависимости скорости и селективности растворения сплава БрБ2 от состава травильного раствора, моль/л: 1 – 0,5 M FeCl_3 ; 2– 0,75 M FeCl_3 ; 3– 1,0 M FeCl_3 ; 4– 0,5M FeCl_3 + 1,5M KNO_3 ; 5– 0,5M FeCl_3 + 1,5M KNO_3 + 0,5M HCl ; 6– 0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$; 7– 0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + 0,25M H_2SO_4 ; 8– 0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + 0,5M HCl ; 9– 0,5M FeCl_3 + 0,5M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ + 0,5M HNO_3

Из гистограммы зависимости скорости и селективности растворения сплава БрБ2 от состава травильного раствора (рис.1) видно, что высокоскоростное и равномерное растворение сплава наблюдается в растворах состава 1 и 7,8.

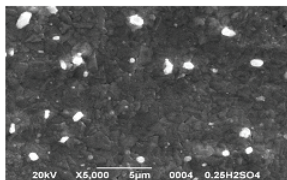
Методом электронно-зондового анализа были исследованы поверхность электродов из сплава БрБ2 после травления. Не наблюдается образования плотных пассивирующих слоев на поверхности бериллиевой бронзы после травления во всех исследуемых растворах, что можно видеть на микрофотографиях поверхности из БрБ2

На всех образцах электродов изБрБ2 после травления заметны белые мелкие кристаллы. Можно предположить солевую и оксидную природу этих кристаллов, что подтверждается результатами электронно-зондового микроанализа поскольку фокусировка электронного пучка на кристаллы показало присутствие хлоридов(рис. 1).



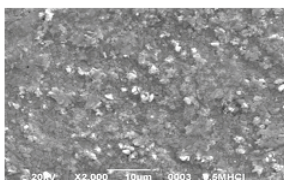
Увеличение в 15000 раз

$0,5\text{M FeCl}_3 + 0,5\text{M HNO}_3 + 0,5\text{M Fe(NO}_3)_3$



Увеличение в 5000 раз

$0,5\text{M FeCl}_3 + 0,5\text{M Fe(NO}_3)_3 + 0,25\text{M H}_2\text{SO}_4$



Увеличение в 2000 раз

$0,5\text{M FeCl}_3 + 0,5\text{M Fe(NO}_3)_3 + 0,5\text{M HCl}$

Рисунок 2 – Микрофотографии поверхности бронзы БрБ2 после травления при $\omega=74 \text{ об} \cdot \text{с}^{-1}$ в травильных растворах.

Выводы:

– Изучен процесс химического травления сплава БрБ2 в хлоридных растворах. Определена скорость травления БрБ2 и избран состав раствора для высокоскоростного травления бериллиевой бронзы БрБ2 – $1,0 \text{ M FeCl}_3$;

– Исследована селективность растворения компонентов сплава с учетом процессов комплексообразования и кислотности среды в растворах на основе FeCl_3 . Выбраны составы растворов, которые обеспечивает высокоскоростное и равномерное травление сплава БрБ2.

1. $0,5 \text{ M FeCl}_3$;
2. $0,5\text{M FeCl}_3 + 0,5\text{M Fe(NO}_3)_3 + 0,25\text{M H}_2\text{SO}_4$;
3. $0,5\text{M FeCl}_3 + 0,5\text{M Fe(NO}_3)_3 + 0,5\text{M HCl}$;

– Установлено отсутствие пассивации поверхности вследствие изучения модификации поверхности электрода из БрБ2 после травления. Установлена химическая природа соединений на поверхности электродов из БрБ2 после травления в исследуемых растворах.

– Полученные результаты имеют большое значение в практическом использовании, поскольку позволяют подобрать состав травильного раствора, что обеспечивает травление сплава с высокой скоростью и пополняют базу научных данных о травлении медных сплавов.

Список литературы

1. Свідцтво про реєстрацію авторського права на твір 48174 Україна. Визначення твердості матеріалів втискуванням сферичного індентора / Мощенок В.І. – авторські права належать Мощенок В.І., ХНАДУ, дата реєстрації 04.03.2013.
2. Осинцев О.Е. Медь и медные сплавы Отечественные и зарубежные марки.: Справочник / О.Е. Осинцев., В.Н. Федоров – М: Машиностроение, 2004. – 336 с.
3. Способы металлографического травления: Справ. изд.: [Пер. с нем. Беккерт М., Клемм Х. 2-е изд., перераб. и доп.] М.: Металлургия, 1988.– с. 400 с ил.
4. Химическое растворение меди и ее сплавов в растворах различного состава и оптимизация технологических процессов травления металлов: монография / [Э. Б. Хоботова, Ларин В. И., Егорова Л. М. и др.]. – Х.: ХНАДУ, 2008. – 223 с.
5. Теоретичні основи хімії рідкісних і розсіяних елементів: підручник / М.Д. Сахненко, М.В. Ведь, В.В. Штефан, М.М. Волобуєв; за ред. М.Д. Сахненка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 424 с.
6. Ардашникова Е.И Неорганические фториды / Е.И Ардашникова // Соросовский образовательный журнал. – 2000 – том 6, № 8 – С.54-60.
7. Матясова В.Е. Получение, свойства и применение соединений бериллия высокой чистоты / В.Е. Матясова, М.Л. Коцарь // Вопросы атомной науки и техники. – 2014 – № 2(90) – С. 111-119.

Хімічна інженерія побудови ККМ системи В₄С-Нf

У роботі досліджено характеристики конструктивних керамічних матеріалів на основі системи В₄С-Нf, з точки зору хімічної інженерії технології їх побудови для практичного застосування. Зразки були отримані методом реакційного гарячого пресування.

Вступ. Тугоплавкі карбіди бору та дибориду гафнію розповсюджуються у вигляді керамічних композиційних матеріалів, якщо мають високу твердість, зносостійкість та високотемпературну міцність. Окрім широкого застосування у вигляді порошків та інструментів для абразивної обробки різних деталей їх використовують у якості ККМ з підвищеними показниками високозносостійкості, удароміцності для високотемпературної експлуатації[1].

Підвищення механічних властивостей кераміки та зносостійкості можливе за рахунок оптимізації розміру зерна та поруватості, в тому числі двофазних матеріалів. Для досягнення високої щільності ККМ та підвищених властивостей створених з порошків матеріалів використовують метод спікання порошкових тіл під зовнішнім тиском. На практиці спікання під тиском визначають як гаряче пресування.

Аналіз відомих джерел. Відомо, що коли гетерофазні керамічні матеріали мають більш високій рівень механічних властивостей, ніж однофазні, тоді в якості другої фази використовуються тугоплавкі сполуки [2]. При варіюванні зовнішнім тиском вибір раціональних режимів гарячого пресування порошкових тіл традиційно визначають по масиву даних кінетики їх ущільнення в ізотермічних умовах.

Основний матеріал. Мета даної роботи – дослідити кінетику неізотермічного гарячого пресування на прикладі порошку технічно чистого карбіду бору та його сумішшю з порошком дибориду гафнію; вивчити структуру, та основні механічні властивості матеріалів ККМ.

Вивчення кінетики хімічних процесів має велике теоретичне та практичне значення. Так як результат дозволяє з'ясувати механізм реакції, даючи змогу керувати процесом побудови ККМ, дає змогу пришвидшувати та сповільнювати хімічні реакції.

Вихідні матеріали та методика дослідження. Для натурних експериментів були обрані порошок карбіду бору та порошок дибориду гафнію з розміром частинок $d \approx 4$ мкм. Порошкову суміш отримали шляхом розмолу в кульових млинах в середовищі ацетону для гарячого пресування з резистивним нагрівом без захисної атмосфери (рис. 1.).

Для запобігання утворенню міцного зчеплення зразків з прес-формою (рис.1) під час гарячого пресування на поверхні контакту було нанесено шар нітриду бору.

В результаті, отримані зразки мали форму дисків діаметром 13 мм і товщиною 3 – 5 мм (рис.2)

Після завершення процедур технологічного синтезу та охолодження зразки піддавались наступній механічній обробці. Спочатку за допомогою шліфувальних кругів на плоскошліфувальному станку, було знято поверхневий шар товщиною 1 мм, збагачений графітом та нітридом бору. Потім поверхня зразків полірувалась на відповідних кругах з використанням алмазних паст із дисперсністю 28, 10, 5 – 3, та 0,7 – 0,2 мкм.

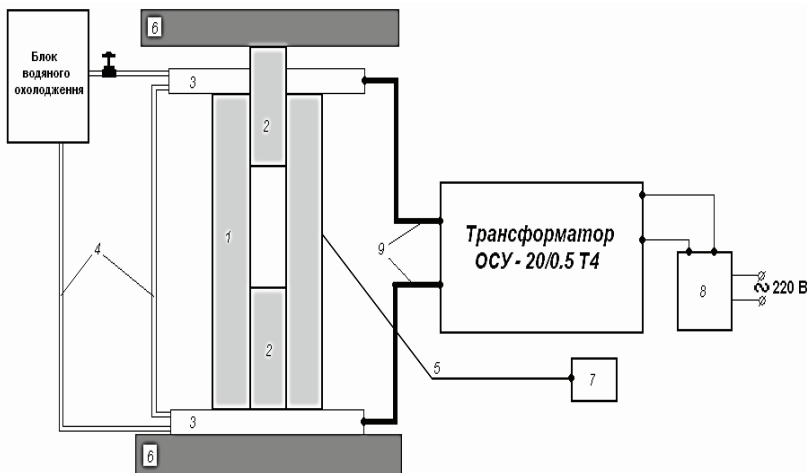


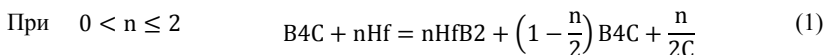
Рис . 1. Блок-схема експериментальної установки для спікання під тиском.

- 1 – графітова прес-форма, нагрівач;
- 2 – пуансони;
- 3 – водо охолоджувані електроди;
- 4 – гумові шланги;
- 5 – термопара;
- 6 – полки преса;
- 7 – пірометр;
- 8 – масляний трансформатор типу РНО-250-10;
- 9 – мідні шини.

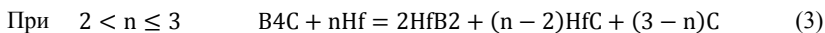
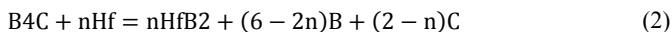
Для вивчення механізмів та кінетики твердофазних реакцій в суміші $\text{HfC} - \text{B}_4\text{C}$ використовувались порошкові реактиви: карбід гафнію з розміром частинок 2 – 5 мкм та карбід бору, розмір частинок якого 2 – 3 мкм. Вибір такого співвідношення між розмірами частинок зумовлений вимогами до методики вивчення кінетики хімічних реакцій у порошкових сумішах, а саме: один із реагентів повинен повністю покривати поверхню іншого [3].

Параметри процесу були такими: швидкість нагріву 70°C/хв , максимальна температура $T=1800^{\circ}\text{C}$, тиск $P=27\text{МПа}$, час ізотермічної витримки при максимальній температурі $t=15\text{хв}$. Було отримано п'ять серій зразків з вмістом Hf в шихті 7,5 мас. %, 11,5 мас. %, 16,4 мас. %, 20,7 мас. %, 24,6 мас. % відповідно

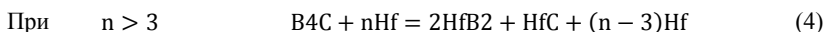
Хімічна кінетика реакційних процесів. Співвідношення між компонентами шихти розраховувались у відповідності з хімічними рівняннями реакції:



При проходженні реакції (1) зростає адіабатична температура. Коли адіабатична температура стає вищою за 2450, карбід бору в продуктах реакції може розкладатись на вільні бор та вуглець, і відповідно формула (1) прийме вигляд (2):



При проходженні реакції (3) карбід бору розкладається у відповідності до формули (2), гафній вступає в реакцію з бором, як наслідок утворюється HfB_2 . Так як гафній взятий у надлишку, то утворюється карбід гафнію та залишається вільний вуглець.



В реакції (4) початкові процеси відбуваються у відповідності з формулою (2). Так як гафній у надлишку, то утворюється карбід гафнію та залишається гафній у результуючому зразку ККМ.

Структура виготовленого матеріалу матричного типу, матрицею виступає B_4C , а включеннями – HfB_2 та вуглець. Розподіл включень по об'єму зразка - рівномірний. Розмір включень дибориду гафнію в залежності від зразка коливається в межах від 6 до 19 мкм, а включення графіту у всіх зразках мають розміри 3 – 5 мкм.



Рис. 2. Вид отриманого зразка системи B_4C-Hf , діаметром 13 мм і товщиною 3 – 5 мм

З точки зору хімічної інженерії вище згадані характеристики ККМ на основі запропонованого карбиду бору будуть корисними

Висновки

1. Визначено хімічні реакції, які гарантують побудову інноваційних ККМ системи B_4C-Hf .
2. Запропоновано умови реалізації технологій гарячого пресування для отримання новітніх зразків ККМ системи B_4C-Hf .
3. Експериментально підтверджено цільові властивості отриманого зразка ККМ системи B_4C-Hf .

Список літератури

1. М.С. Ковальченко Кинетика неизотермического спекания порошковой смеси карбидов бора и кремния под давлением, структура и характер разрушения полученного композита
2. Эванс А.Г. Конструкционная керамика / А.Г. Эванс, Т.Г.Ленгедон: пер.с англ. – М.: Металлургия, 1980, - 255 с.
3. Чорнобук С.В., Макара В.А., Комісаренко О.С, Прищенко І.В. Синтез та механічні властивості керамічних композиційних матеріалів системи $Hf - B - C$ // Збірник праць III-ої Міжнародної конференції «Сучасні проблеми фізики конденсованого стану. Київ, Україна. – С. 171- 173.

*О.І. Запорожець, д.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна),
Л.О. Левченко, к.е.н. (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»),
О.С. Сідько (Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»)*

Вплив ефекту рефракції у моделі поширення шуму від літаків

Проведено дослідження щодо впливу рефракції шуму на відкритому повітрі в районі аеропорту. Проаналізовано підходи щодо трасування акустичних променів в умовах градієнтів температури та швидкості вітру. Запропоновано використання евристичної модифікованої моделі, яка дозволяє врахувати умови атмосферної стратифікації, а саме, температурний градієнт та градієнт вітру.

Приземні ефекти розповсюдження акустичних хвиль, які мають місце за наявності градієнта швидкості звуку і градієнту температури в приземному шарі атмосфери, чинять певний внесок у результати поширення звуку, яким не можна нехтувати. Між тим у сучасній методології розрахунку контурів авіаційного шуму акустичні наземні ефекти не враховуються [1].

Метою роботи є моделювання траєкторій поширення звуку з однією та декількома точками відбиття від земної поверхні за умов рефракції для удосконалення загальної моделі розрахунку рівнів авіаційного шуму в районі аеропорту.

Вітер і температура є важливими вхідними параметрами для моделювання рефракції при поширенні акустичних хвиль у відкритому повітрі [2, 3]. Обидва параметри температура і швидкість та напрямок вітру можуть змінюватися в залежності від висоти над рівнем землі, тому і ефективна швидкість звуку також змінюється з висотою. Це призводить до того, що звукові промені будуть заломлюватися таким чином, що вони поширюються уздовж криволінійних траєкторій. Без урахування ефектів акустичної рефракції можливість застосування моделі поширення звуку є обмеженою.

Для обчислення звукового поля у складному зовнішньому середовищі на сьогодні розроблені наступні чисельні моделі: програма швидкого обчислення поля Fast Field (FFP), метод параболічного рівняння (PE метод) та їх модифікації [4, 5]. Однак ці чисельні методи не можна застосовувати, оскільки прямі і відбиті звукові хвилі не розділені у явному вигляді, а чисельні методи вимагають значних обчислювальних ресурсів. Набагато зручнішим виявився підхід трасування променів [6], який був включений у евристичну модифікацію формули Вейля-Ван дер Поля [7, 8, 9]. У цих роботах показано, що даний засіб є першим членом асимптотичного рішення повного хвильового рівняння. Також чисельно було доведено, що рішення трасування променів узгоджується досить добре з іншими чисельними схемами як на коротких [7], так і на довгих відстанях [6] до тих пір, поки приймач знаходиться в «освітленій» зоні (не в зоні тіні, яка може бути отримана в умовах такого

градієнта швидкості звуку, коли спостерігається заломлення звукового променя вгору від земної поверхні).

Евристична модифікація передбачає, що вертикальні профілі швидкості звуку в реальних різних атмосферних умовах можуть бути наближені до лінійного профілю швидкості звуку. Прямі і відбиті промені для даного ідеалізованого випадку вертикального лінійного профілю швидкості звуку являє собою дуги кіл з радіусом

$$R = \frac{c_0}{\frac{dc}{dz} \cos \theta},$$

де c_0 - початкова швидкість звуку у земній поверхні;

dc/dz - градієнт вертикальний профілю швидкості звуку, в (м/сек)/м;

θ - кут звукового променя досліджуваного акустичного джерела з горизонтальною площиною.

В умовах негативного вертикального температурного градієнта або поширення променя звуку проти вітру звукові промені є вигнутими вгору від земної поверхні, на великих відстанях до точки приймача навіть можливе утворення акустичної тіньової зони навколо нього. Якщо профіль швидкості звуку не є лінійним, формується каустика або область фокусування звуку.

Для однорідного випадку повне звукове поле формується за рахунок прямих і відбитих променів відповідно до рівняння:

$$\phi = \frac{\exp(ikR)}{4\pi R} + \{R(\theta) + (1 - R(\theta)F(p_e))\} \frac{\exp(ik\{R'\})}{4\pi R'},$$

де $\frac{\exp(ikR)}{4\pi R}$ - акустичне поле прямих променів,

$$\{R(\theta) + (1 - R(\theta)F(p_e))\} \frac{\exp(ik\{R'\})}{4\pi R'} - \text{акустичне поле відбитих променів,}$$

променів,

R - довжина прямого променя, R' - довжина відбитого променя,

k - хвильове число, яке дорівнює $2\pi f/c$, де f - частота хвилі, c - швидкість звуку, θ - кут відбиття звуку, $R(\theta)$ - коефіцієнт відбиття сферичної хвилі від поверхні, $F(p_e)$ - комплексна функція, що враховує взаємодію сферичної хвилі з поверхнею, яка характеризується певним значенням акустичного імпедансу.

У заломлюючій атмосфері поблизу імпедансної поверхні землі може існувати багато звукових променів, які будуть відбиватися від поверхні і складатися у точці приймача. Для коротких відстаней кут падіння відбитого променя і довжини як прямого, так і відбитого променів незначно змінюється у порівнянні з однорідним випадком. Кожен промінь може чинити свій внесок у рівень шуму у точці приймача, включаючи вплив кожного відбиття уздовж конкретного променя. За допомогою наступних формул можна наближено обчислити кількість променів N , які досягають приймача [10]:

$$N = 2 \left(\left\lceil \frac{d-l_1}{2l} \right\rceil + \left\lceil \frac{d-l_2}{2l} \right\rceil \right) + 2,$$

$$l_1 = \sqrt{(h_r + a^{-1})^2 - (h_s + a^{-1})^2}, \quad l = \sqrt{h_r^2 + 2 h_r/a},$$

$$l_2 = 2l - l_1,$$

де $[x]$ це ціла частина x , d - відстань поширення, h_s - висота джерела звуку, h_r - висота приймача звуку, a - градієнт швидкості звуку за умови профілю швидкості лінійного звуку атмосфери, l_1 - довжина шляху прямого променя, l_2 - довжина шляху відбитого променя.

У роботі [11] Хідака довів, що для лінійного градієнту швидкості звуку акустичний промінь є дугою (кола), радіус якого R_c може бути визначений за формулою:

$$R_c = \frac{1}{a \cos \psi_G}, \quad \text{де кут } \psi_G = \arctg \left[\frac{aD}{2} + \frac{z_R(2+az_R)}{2D} \right].$$

На рис. 1 наведено промені з однією точкою відбиття для висоти джерела $h_s = 1,0$ м, висоти приймача $h_r = 1,0$ м та відстанню $R_0 = 160,00$ м.

На рис. 2 наведено промені з двома точками відбиття для висоти джерела $h_s = 1,0$ м, висоти приймача $h_r = 1,0$ м та відстанню $R_0 = 190,00$ м.

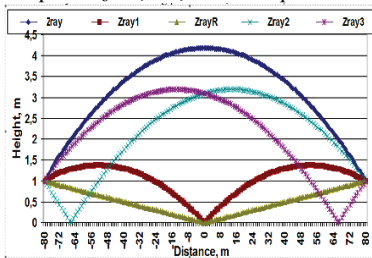


Рис1. Звукові промені з однією точкою відбивання: ZrayR - відбитий промінь для однорідного випадку; Zray - прямий промінь для умов рефракції, Zray1, Zray2, Zray3 - відбиті промені для випадку рефракції (градієнт швидкості звуку $a = 0,001 \text{ м}^{-1}$)

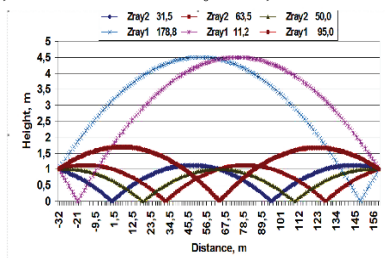


Рис.2 Траєкторії звуку з двома точками відбиття: ZrayR - відбитий промінь для однорідного випадку; Zray1 - відбиті промені з двома точками відбиття; Zray2 - відбиті промені з двома точками відбиття, x-координата точки визначаються в метрах від джерела (градієнт швидкості звуку $a = 0,001 \text{ м}^{-1}$)

Висновки

Встановлено, що у методології розрахунку контурів авіаційного шуму не враховуються акустичні ефекти рефракції. Проаналізовано підходи щодо трасування акустичних променів між джерелом та приймачем звуку. Проведено моделювання звукових променів з однією та двома точками відбиття. Виявлено, що саме одночасна наявність градієнту швидкості звуку і

температурного градієнту являють собою певні умови, які чинять суттєвий внесок у модель поширення звуку, яким не можна нехтувати.

Список літератури

1. ICAO DOC 9911 Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports, 2008. - 131 p.
2. Knut Waagan. Numerical prediction of long-range sound propagation – parametric uncertainty and atmospheric models. Norwegian Defence Research Establishment (FFI), 2014. – 24 p.
3. Vladimir E. Ostashev, D. Keith Wilson. Acoustics in Moving Inhomogeneous Media, Second Edition. CRC Press Taylor & Francis Group, 2015. – 541 p.
4. Attenborough K. et al. Benchmark cases for outdoor sound propagation models // JASA 97 (1), 1995. - 173 -191 p.p.
5. Eric M. Salomons. Computational atmospheric acoustics. Springer-Science+Business Media, B.V., 2001. - 335 p.
6. Attenborough K. and Kai Ming Li. Ground effect for A-weighted noise in the presence of turbulence and refraction // JASA 102 (2), 1013-1022 (1997).
7. L'Espérance A. et al., Heuristic model for outdoor sound propagation based on an extension of the geometrical ray theory in the case of a linear sound speed profile, Appl. Acoust., Vol. 37, pp. 111-139, 1992.
8. G. A. Daigle, “Effects of atmospheric turbulence on the interference of sound waves above a finite impedance boundary”, JASA 65(1), 45-49 (1979).
9. Kai Ming Li. On the validity of the heuristic ray-trace-based modification of the Weyl-Van der Pol formula // JASA 93 (4), 1727-1735 (1993).
10. Ögren M. Multi reflected rays in a refracting atmosphere // Nord 2000 Progress report, SP Technical Note 1999:28, Physics and Electrotechnics, Borås 1999.
11. Hidaka T., Kageyama K., Masuda S.. Sound Propagation in the Rest Atmosphere with Linear Sound Velocity Profile // J. Acoust. Soc. Jpn. (E), vol. 6, n2 1985.

Оцінка рівня екологічної безпеки об'єктів зберігання палива та об'єктів заправлення транспортних засобів

Виконано оцінку рівня екологічної безпеки об'єкту зберігання та заправлення автомобільним бензином. Обґрунтована доцільність застосовування сучасних засобів запобігання втратам вуглеводневої пари на об'єктах зберігання та реалізації паливно-мастильних матеріалів.

Сьогодні одним з основних напрямів підвищення рівня екологічної безпеки світової нафтопереробної галузі є зменшення кількості втрат вуглеводнів під час перероблення нафти на нафтопереробних заводах, а також під час транспортування та використання сучасних нафтопродуктів.

Крім того, в умовах обмеженої забезпеченості України первинними та вторинними енергоносіями пріоритетною постає проблема раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів. Однією з причин такого стану є втрати нафтопродуктів. Як правило, збиток що наноситься цими втратами, полягає не тільки у зменшенні паливних ресурсів, але й у негативних екологічних наслідків, що є результатом забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами. Якщо мова йде про АЗС, то у порівняння з іншими сховищами нафтопродуктів, вона виявляє негативний вплив в більшому ступені. Тому, оцінка кількісних показників викидів вуглеводневої пари автомобільного бензину на об'єктах реалізації палива (автозаправних станціях) є актуальним завданням на сучасному етапі розвитку системи нафтопродуктозабезпечення.

Аналізуючи стан нафтопродуктозабезпечення, можна побачити що екологічну проблему галузі необхідно вирішувати комплексно в одній системі «людина – навколишнє середовище – паливо». Забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами відбувається в результаті їх втрат, а саме, випаровування і витіку, а також викидів в атмосферу продуктів згорання палива. Основним видом втрат нафтопродуктів, які повністю не усунути на сучасному рівні розвитку засобів транспортування і зберігання вуглеводнів, є втрати від випаровування із паливних резервуарів для зберігання моторних палив. Найбільш актуально ця проблема стоїть в мегаполісах: тут, по-перше висока щільність забудови (викиди відбуваються на рівні 2-3 м над землею), по друге, велика концентрація автотранспорту (підвищений коефіцієнт оборотності резервуарів). Випаровування в резервуарах відбувається при будь-якій температурі. Найбільш характерними видами втрат в резервуарах є втрати внаслідок дихань резервуарів.

Відомо, що основними забруднювачами атмосферного повітря на сучасних автозаправних станціях (АЗС) і нафтобазах є: емісії пари бензину з дихальних клапанів при зливі палива з автомобільних цистерн, емісії пари бензину з горловин бензобаків автомобілів і вихлопні гази від працюючих

автомобілів на території АЗС, в основному це монооксид вуглецю, оксиди азоту та сірки, а також вуглеводні. На території АЗС частки цих джерел в загальному викиді розподіляються приблизно таким чином: 40-45 % – викиди з дихальних клапанів резервуарів; 40-45 % – викиди з горловин бензобаків автомобілів і близько; 10-20 % – відпрацьовані гази при заправці та рух автотранспорту по території АЗС. Як ми бачимо, і як зазначалося раніше, серед різних джерел забруднення навколишнього середовища на АЗС найбільшим джерелом цих забруднень є паливний резервуар. При невеликій місткості резервуарів застосування більшості засобів зменшення втрат бензину від випару економічно недоцільно. На нашу думку, найбільш перспективним засобом зменшення автомобільних бензинів від випаровування є адсорбційні СУЛФ. Також для зниження забруднення атмосфери викидами вуглеводнів в районах розміщення АЗС необхідно оцінювати реальні ризики для навколишнього середовища та здійснювати заходи щодо скорочення втрат нафтопродуктів та організації контролю забруднюючих речовин. Узагальнюючим показником екологічної безпеки є екологічний ризик. Ризик – величина векторна і є кількісною мірою загрози, що включає такі кількісні показники, як величину збитку від небезпечного чинники та імовірності появи(частоти появи) даного небезпечного чинника.

З цієї метою нами було виконано оцінку ризику паливного резервуару. Для розрахунку радіуса зони загазованості було розраховано тиск насичення бензину, концентрацію пари бензину в газовому просторі резервуара, густину пари бензину в залежності від температури зберігання бензину та втрати бензину. Аналізуючи розрахунки та графіки, ми зробили висновок, що в порівнянні радіус зони загазованості в залежності від температури зберігання і об'єму резервуара, є найбільший влітку, а найменший радіус – взимку, а також, що радіус зони загазованості зростає зі збільшенням об'єму паливного резервуару зростає. Після розрахунків та порівняння радіуса зони загазованості в залежності від температури зберігання і об'єму резервуару, ми розраховували ризики, а саме: колективний та індивідуальний ризик, а також час настання негативних змін.

Висновки.

Аналізуючи індивідуальний та колективний ризик, виходячи з розрахункових даних, можна побачити в залежності від температури зберігання та об'єму паливного резервуара найбільший негативний вплив відбувається влітку, а найменший - взимку. Також, можна прослідкувати, що зі збільшенням об'єму паливного резервуару ризики зростають. Аналізуючи час настання негативних змін від температури зберігання та об'єму паливного резервуару, то найбільшу кількість часу настання негативних змін характерна взимку, а найменшу - влітку. Тому, з метою підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів зберігання та реалізації бензинів, необхідно впроваджувати системи моніторингу кількості забруднюючих речовин на території та поблизу даних об'єктів. Також, необхідно використовувати сучасні системи уловлювання вуглеводневої пари бензинів, наприклад, адсорбційні, що є досить простими та доступними в експлуатації.

В.А. Глива, д.т.н., Н.М. Кічата (Національний
авіаційний університет, м. Київ, Україна)

Захист персоналу аеродрому від впливу електромагнітних полів радіотехнічних об'єктів

Важлива роль у забезпеченні безпеки польотів в цивільній авіації належить радіотехнічним засобам навігації. В статті запропоновано раціональні засоби захисту персоналу від електромагнітного випромінювання.

Загальною тенденцією у цивільній авіації є зміна наземного радіотехнічного обладнання, пов'язана з оснащенням повітряних суден новим навігаційним обладнанням, що потребує досліджень зміни електромагнітної обстановки на усіх ланках аеродромних служб. При цьому слід враховувати, що в Україні експлуатується велика кількість застарілого обладнання, яке не відпрацювало свій ресурс, задовольняє виробничі потреби і має великі потужності. Вплив електромагнітного випромінювання на персонал є практично неминучим побічним фактором, що виникає у процесі експлуатації обладнання, що використовується на авіаційних підприємствах.

Одним з головних чинників негативного впливу на працюючих є електромагнітні поля та випромінювання майже усього частотного спектра, що потребує ретельного дослідження їх кількісних значень та визначення умов їх мінімізації.

Залежно від місця знаходження людини щодо джерела електромагнітного поля (ЕМП), людина може підпадати під дію електричної або магнітної складової поля, або їх поєднанню, а у разі перебування в хвильовій зоні — дії сформованої електромагнітної хвилі. За цією ознакою визначається необхідний критерій контролю безпеки.

В частині вимог державних стандартів і державних Санітарних правил і норм по проведенню контролю вимагається контроль рівнів ЕМП здійснювати по значенню напруженості ЕМП - E , В/м. Контроль рівнів магнітного поля (МП) здійснюється по значенню напруженості МП - H , А/м, або по значенню магнітної індукції - B , Тл. В зоні хвилі, що сформувалася, контроль здійснюється по густині потоку енергії (ГПЕ), Вт/м².

Зростання потужності радіолокаторів різного призначення і використання гостроспрямованих антен кругового огляду приводить до значного збільшення інтенсивності електромагнітного випромінювання СВЧ-діапазону і створює на місцевості зони великої протяжності з високою ГПЕ.

Радіолокаційні станції оснащені, як правило, антенами дзеркального типу і мають вузькоспрямовану діаграму випромінювання у вигляді променя, направлено уздовж оптичної осі. Радіолокаційні станції аеропортів створюють ГПЕ $\sim 0,5$ Вт/м² на відстані ~ 60 м.

З метою захисту населення від впливу ЕМП, які створюють засоби радіотехнічного обладнання (РТО), встановлюються санітарно-захисні зони (СЗЗ) і зони обмеження забудови (ЗОЗ), що визначаються ГДР ЕМП.

ГДР напруженості електричного поля (електрична складова ЕМП), що виражаються середньоквадратичним (ефективним) значенням, і рівень ГПЕ, який виражається середнім значенням, визначаються в залежності від частоти (довжини хвилі) і режиму випромінювання.

Як видно з таблиці, основні радіотехнічні засоби аеродромів мають досить великі потужності та частоти випромінювань, що може створювати небезпеку для працюючих.

Майданчики для розміщення передавальних радіотехнічних засобів (РТЗ) необхідно вибирати з урахуванням потужності об'єкта, конструктивних особливостей антен, рельєфу місцевості з такою умовою, щоб рівень електромагнітної енергії на території житлової забудови, в житлових приміщеннях та інших місцях перебування людей не перевищував допустимого, встановленого діючими санітарними [нормами](#) і правилами. Розміщення РТЗ на висотних будинках без спеціальних засобів захисту від дії електромагнітної енергії не допускається.

З метою захисту населення від дії ЕМП, створених передавальними РТЗ, встановлюються СЗЗ і ЗОЗ, які повинні забезпечувати на житловій території, в житлових приміщеннях та інших місцях перебування людей рівні ЕМП, що не перевищують ГДР відповідно до діючих [санітарних норм](#) (додатки NN 20-22 [1]).

Розміри СЗЗ і ЗОЗ РТО визначаються на стадії проектування розрахунковими методами, затвердженими або погодженими МОЗ України, для кожного конкретного об'єкта в залежності від його складу і призначення, потужності, робочої частоти, типу і висоти установки антен над рівнем землі, рельєфу місцевості, поверховості і планувального рішення існуючої забудови. Результати розрахунку після введення в експлуатацію передавального РТО перевіряються інструментальними вимірами.

СЗЗ для передавальних радіостанцій, обладнаних антенами неспрямованої дії, для телецентрів і телевізійних ретрансляторів, а також для радіолокаційних станцій кругового огляду встановлюється по колу.

Для передавальних радіостанцій, обладнаних антенами спрямованої дії, а також для радіолокаційних станцій, антени яких сканують у визначеному секторі або фіксовані в заданому напрямку, СЗЗ встановлюється в напрямку діаграми випромінювання електромагнітних хвиль. У цьому випадку повинні враховуватись бокові і задні пелюстки діаграми випромінювання антен.

Для передавальних радіостанцій, радіолокаційних станцій, антени яких випромінюють електромагнітні хвилі під кутом до горизонту, і в результаті цього величина ЕМП змінюється в залежності від висоти місця його визначення над рівнем землі, ЗОЗ встановлюються диференційно по вертикалі для таких висот (в метрах): 3, 6, 9, 12, 15 та ін.

СЗЗ встановлюється з урахуванням перспектив розвитку РТО. Віддалення меж відраховується від основи антени. Використання СЗЗ регламентується санітарними нормами [1, 2].

При цьому в межах СЗЗ РТО, засоби випромінювання яких працюють на частотах 30 МГц, не допускається розміщення підприємств і споруд підвищеної пожежної небезпеки, які пов'язані з використанням

легкозаймистих рідин або газів (бензосховища, газосховища, гаражі, бензозаправні і газозаправні станції і т.ін.).

СЗЗ і ЗОЗ для передавальних радіостанцій, обладнаних антенами неспрямованого випромінювання в горизонтальній площині, для телевізійних станцій, а також для радіолокаційних станцій кругового огляду встановлюються навколо РТО.

Для передавальних радіостанцій, обладнаних антенами спрямованої дії, а також для радіолокаційних станцій, антени яких сканують у визначеному секторі або фіксовані в одному напрямку, санітарно-захисні зони і ЗОЗ встановлюються у напрямку випромінювання електромагнітної енергії, з урахуванням бокових і задніх пелюсток діаграми спрямованості антен.

Для передавальних радіостанцій, телевізійних і радіолокаційних станцій, антени яких випромінюють електромагнітну енергію під визначеним кутом до горизонту і рівень ЕМП змінюється в залежності від висоти, ЗОЗ встановлюється диференційовано по вертикалі в межах висоти житлової забудови.

Для зниження ступеня опромінення територій, призначених для забудови, і зменшення розмірів СЗЗ антени радіолокаційних станцій рекомендується встановлювати на природних узвишшях, настипах, естакадах тощо, збільшуючи мінімальне значення робочого кута нахилу антени.

Висновки

Таким чином, узагальнюючи отримані наукові результати з досліджень впливу електромагнітних полів РТО на персонал аеропорту можна дійти до наступних висновків, що на площадці розміщення РТО будівництво житлових і громадських будинків не допускається.

Санітарно-захисні зони і зони обмеження забудови встановлюються у напрямку випромінювання ГПЕ для передавальних РТО, обладнаних антенами спрямованої дії, а також для радіолокаційних станцій (РЛС), антени, які сканують тільки у визначеному секторі чи фіксовані в одному напрямку. При цьому необхідно обмежити зону дії бічних і задніх пелюсток діаграми випромінювання антени.

Засоби захисту працівників від дії електромагнітних полів досягаються шляхом проведення організаційних (обмеження місця, часу перебування персоналу в зоні опромінювання і т. ін), інженерно-технічних заходів (раціональне розміщення обладнання, використання поглинальних матеріалів екранування), а також використання засобів індивідуального захисту.

Засоби захисту в кожному конкретному випадку повинні визначатись з урахуванням робочого діапазону частот, характеру робіт, необхідної ефективності захисту.

У діапазонах частот 50 Гц, 1кГц - 300 МГц (розробка, використання, випробування, експлуатація установок для термообробки матеріалів., засобів зв'язку, фізіотерапевтичної апаратури) захист персоналу здійснюється шляхом:

- раціонального розміщення установок;

- екранування установок, окремих блоків (генераторні шафи, конденсатори, погоджувальні високочастотні трансформатори, повітряні лінії передачі енергії, робочі елементи), робочих місць, а в разі проникнення електромагнітної енергії в приміщення з території антенних полів - екранування окремих частин будинків. Екрани залежно від діапазону частот ЕМП виготовляються з алюмінію і алюмінієвих сплавів, міді і її сплавів, сталі, пермалою та ін. у вигляді листів або сітки. Розміри і конструкція екранів визначаються видом ЕМП, особливостями технологічного процесу, характеристиками блоку, який екранується, необхідною ефективністю екранування і допустимими витратами енергії в екрані. Екрани повинні мати добрий електричний контакт між частинами, що їх складають, надійне заземлення і електроблокування;
- використання коаксіальних ліній передачі енергії;
- поліпшення електричного контакту між окремими елементами (блоками) установок;
- віддалення робочих місць від джерел ЕМП і застосування у разі виробничої необхідності дистанційного керування установками;
- автоматизації окремих операцій виробничого процесу;
- усунення паразитних наводок і перевипромінювання енергії на фідерні лінії, електромережні проводи, опалювальні пристрої, водопровідні труби.

У діапазоні 0,3-300 ГГц при регулюванні, настроюванні і випробуванні радіотехнічної апаратури в приміщеннях захист працівників забезпечується шляхом:

- виключення або обмеження в приміщеннях роботи установок з випромінюванням на антену або відкритий хвилевід;
- екранування джерел випромінювання на робочих місцях;
- застосування засобів індивідуального захисту.

Екранування джерел випромінювання або робочих місць здійснюється за допомогою відбивальних екранів (стаціонарних або пересувних). Відбивальні екрани виготовляються з металевих листів, сітки, бавовняної металовмісної тканини та ін. У поглинальних екранах використовуються спеціальні матеріали, що забезпечують поглинання випромінювання відповідної довжини хвилі. Залежно від потужності випромінювання і взаємного розміщення джерела і робочих місць конструктивне вирішення екранів може бути різним (замкнута камера, щит, чохол, штора та ін).

Нагальною потребою сьогодення є розроблення, апробація і затвердження сучасних методик розрахунку рівнів електромагнітних полів та випромінювань на підприємствах цивільної авіації з урахуванням складних амплітудно-частотних характеристик нового покоління радіотехнічного обладнання.

Список літератури

1. Державні санітарні норми і правила планування та забудови населених пунктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 № 173.
2. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 18.12.2002 р. № 476.
3. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 01.08.96 № 239.
4. Державні санітарні норми і правила планування та забудови населених пунктів. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 № 173.
5. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Інститут гігієни та медичної екології ім. Марзеєва АМН України/ Наказ МОЗ № 476 18.12.02.
6. Санітарний паспорт джерел випромінювання електромагнітної енергії радіотехнічних засобів забезпечення польотів "Міжнародний аеропорт Одеса", 2005.
7. Санітарний паспорт джерела випромінювання електромагнітної енергії -азимутально-далекомірний радіомаяк VOR/DME Одеського РСР "Украерорух", 2000р.
8. Инструкция по производству полетов в районе аэродрома Киев (Антонов). Затв. Головою Державіаслужби України 10.06.2013.
9. МУК 4.3.1067-02 Определение плотности потока энергии в местах размещения радиострелств, работающих в диапазоне 30 МГц-300ГГц.

Методи оцінки та контролю стану оператора в авіатранспортних системах

При вивченні впливу умов праці на людину велике значення набувають методи прогнозування та непрямих оцінок психофізіологічного та функціонального стану оператора. Для оцінки психофізіологічного та функціонального стану оператора пропонуються таблиці, які представляють собою протоколи обстеження операторів для подальшої обробки цих даних на електронно – обчислювальній машині. Алгоритми та програми, що реалізують запропонований метод оцінки та контролю функціонального стану операторів у авіатранспортній системі дозволяють здійснювати контроль стану в динаміці та забезпечити адекватну корекцію сенсорно - моторних функцій оператора.

Оцінка впливу умов праці на психофізіологічний стан людини представляє складну задачу, обумовлену, насамперед, встановленими нормами моралі. Тим не менш результати такої оцінки життєво необхідні як для організації різного роду технологічних процесів авіатранспортної системи (АТС), так і для збереження здоров'я працюючих. В зв'язку з цим при вивченні впливу умов праці на людину велике значення набувають методи прогнозування та непрямих оцінок психофізіологічного та функціонального стану оператора. При цьому, природньо, зміна фізичних умов обмежуються тими нормами, які до теперішнього часу приймаються допустимими та не погрожують здоров'ю людини. Стан оператора в загальному вигляді характеризується багатofакторними критеріями, зміна більшості із яких вимагає спеціальної вимірювальної апаратури та значного часу дослідження. В умовах АТС, як правило, такі дослідження можуть проводитися тільки у виняткових випадках. Тому, звичайно, вибирають для дослідження деякі інтегральні характеристики психофізіологічного стану людини, які порівняно спрощено можливо заміряти та які достатньо щільно корелюються із загальним станом здоров'я оператора.

Для оцінки психофізіологічного та функціонального стану оператора пропонуються таблиці, які представляють собою протоколи обстеження операторів для подальшої обробки цих даних на електронно – обчислювальній машині (ЕОМ). Вони служать для об'єктивізації відомостей про стан основних функціональних систем оператора перед призначенням відновної стимуляції. Протоколи складаються з чотирьох розділів. У першому представлений паспорт стану оператора, який містить анамнез і скарги оператора. Другий розділ представлений таблицями з даними об'єктивних досліджень оператора: класична електродіагностика нервів і м'язів, хронаксиметрія м'язів, що включає активні рухи мімічних м'язів, трофіка м'язів, температура шкіри над м'язом, кров'яний артеріальний тиск та ін. Третій розділ містить інформацію, отриману при складанні картини об'єктивних досліджень оператора в даний момент часу. Четвертий розділ містить висновок, що представляє собою

оцінку ступеня тяжкості порушення досліджуваних функцій оператора. Наявність вищевикладених відомостей дозволяє провести розробку алгоритмів і програм, що забезпечують видачу рекомендацій для стимуляції оператора.

Таблиці забезпечують наочність параметрів стану оператора при різних його відхиленнях стану від норми. Так, наприклад, вони можуть бути ефективно застосовані для аналізу стану нервово-м'язової системи людини-оператора за допомогою ЕОМ, при дослідженні відхилень стану від норми та вироблення методів відновлення (в тому числі й методом електростимуляції) [1,2,3]. Метод складається з клінічного та інструментального дослідження. При цьому досліджуються: обсяг активних рухів мімічних м'язів обличчя та кінцівок; м'язова сила мімічної мускулатури обличчя та кінцівок; температура шкіри над м'язами в біологічно активних точках (БАТ); кров'яний артеріальний тиск; частота дихання та пульсу; проводиться акупунктурна та електроакупунктурна діагностика в БАТ. Результати досліджень використовуються для вирішення наступних завдань: вивчення властивостей оператора з метою контролю можливостей нервово-м'язового апарату в динаміці; дослідження передавальної функції стану оператора; висновок повідомлень про стан операторів у вигляді роздруківки, відображення на екрані дисплея або вироблення спеціального сигналу про відхилення заданих режимів стану, критичних (стресових) і прикордонних станів, а також прогноз станів; видачу попереджень при некоректних діях з боку оператора; видачу рекомендацій для здійснення заходів, забезпечуючи коригування стану. Оригінальні рішення, складові пропонованого методу, дозволили ефективне їх застосування в АТС. Метод містить наступні взаємопов'язуючі компоненти: спосіб визначення набору параметрів стану, спосіб визначення діапазонів їх вимірювань, спосіб визначення оптимальних інтервалів спостереження.

Висновки

Експериментально отримана дискретність звернення до кожного із вказаних параметрів коливається від 0,05 до 0,2 секунд.

Алгоритми та програми, що реалізують запропонований метод оцінки та контролю функціонального стану операторів в АТС дозволяють здійснювати контроль стану в динаміці та забезпечити адекватну корекцію сенсорно - моторних функцій оператора.

Список літератури

1. Береговой Г.Т., Пономаренко В.А. Психологические основы обучения человека-оператора готовности к действиям в экстремальных условиях // Вопросы психологии. – 1983. – № 1. – С. 23 - 32.
2. Дозорцев В.М. Динамическое моделирование в оптимальном управлении и автоматизированном обучении операторов технологических процессов. Часть 2. Компьютерные тренажеры реального времени // Приборы и системы управления. – 1996. – № 8. – С. 41 - 50.
3. Зацеркляный Н.М., Тулупов В.В. Принципы построения информационных систем для обучения операторов технологических процессов // Весник НТУ «ХПИ». – 2001. – №4. – С. 99 - 101.

С.М. Маджд, к.т.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Підвищення буферності водних систем з інтенсивним навантаженням авіаційних підприємств

Показана можливість очищення водних систем через підвищення бар'єрної функції природних біофільтрів за рахунок додаткового використання вищих водних рослин. Обґрунтована доцільність застосування водних рослин в ролі природних біофільтрів, в тому числі для водних систем з високим рівнем навантаженням авіаційних підприємств

Діяльність підприємств цивільної авіації призводить до змін структурно-функціонального розвитку поверхневих водойм, які перебувають під їх інтенсивним техногенним впливом. Якість вод більшості водних систем, що протікають вздовж підприємств з експлуатації та ремонту авіаційної техніки, не відповідає діючим нормативним показникам [1, 2]. І тому для збереження еколого-збалансованого розвитку водних ресурсів, вкрай актуальним є розроблення водоохоронних заходів спрямованих на попередження якісного виснаження вод з високим рівнем техногенного навантаження, в тому числі і авіаційних підприємств.

Для наукового обґрунтування процесів забруднення водних систем необхідно застосовувати загальнотеоретичні основи організації водних об'єктів, що описується з точки зору теорії систем. За цією теорією водні гідроекосистеми розглядаються як відкриті термодинамічні системи, що характеризуються функціональною єдністю структурних компонентів, цілісністю та мають високий рівень організації [3].

При збільшенні обсягів техногенного впливу гідроекосистеми збільшують протидію забруднюючим речовинам за рахунок внутрішньої адаптаційної перебудови, яка спрямована на нейтралізацію забруднювачів. Механізм нейтралізації полягає у поетапній зміні біохімічних, фізіологічних реакцій організмів та реакцій екосистемного рівня, які спрямовані на відновлення ушкоджених структур та функцій [3, 4].

Вивчення показників реагування вищих водних рослин на забруднення водного середовища показали, що рослини, які зазнали техногенного впливу відрізняються більшими розмірами клітин мезофільної тканини листя і підвищеним вмістом фотосинтетичних пігментів, що визначається як адаптивна реакція на змінені умови існування [3]. Характернішими процесами дезактивації вищих водних рослин є: трансформація, акумуляція, поглинання, а для мікроорганізмів-деструкторів, які розміщені на їх кореневих системах – адсорбція, осадження та поглинання.

При постійному техногенному впливі або при інтенсивному впливі техногенного чинника найбільш показовою реакцією вищих водних рослин є зниження інтенсивності або повне припинення фотосинтезу. Речовини, які викликають такий ефект, називають інгібіторами фотосинтезу. До таких

речовин відносяться і специфічні забруднювачі авіапідприємств – важкі метали (особливо мідь і цинк) та азотовмісні речовини [5,6].

Інгібітори фотосинтезу призводять до двох типів реакцій у водних рослинах: пригнічення фотосинтезу, яке супроводжується посиленням інтенсивності дихання, та незворотне (повне) пригнічення фотосинтезу та дихання, внаслідок чого рослина гине. Іншими реакціями-відповідями рослин на дію забруднювачів є уповільнення процесів росту, зменшення розмірів листя, втрата кореневої системи [3,7].

У якості водоохоронних заходів, які спрямовані на попередження якісного виснаження вод з високим рівнем техногенного навантаження, включаючи і діяльність підприємств цивільної авіації, ми пропонуємо підвищити бар'єрну функцію природних біофільтрів за рахунок додаткового використання водних макрофітів. Адже висока здатність вищих водних рослин акумулювати мінеральні та органічні речовини, здійснювати симбіотичні зв'язки з гідробіонтами дає можливість розглядати їх як природні біофільтри, в тому числі для водних екосистем з інтенсивним техногенним навантаженням [8,9].

На практиці досягти збільшення бар'єрної функції фітокомпонентів природних фільтрів можливо за рахунок збільшення площ проміжних природних буферних підсистем, шляхом конструювання берегових та наплавних гідроінженерних систем [8-10].

Для конструювання гідробіотехнологічних систем різних типів, доцільно використовувати водяні рослини із широким діапазоном екологічної валентності – рослини з великою пристосованістю до змін стану середовища. Як правило, з цією метою використовуються повітряно-водяні рослини – очерет звичайний, очерет озерний, рогіз вузьколистий, рогіз широколистий, лепешняк, півник болотний, різні види осоки. Окрім повітряно-водних рослин також використовують плаваючі рослини – різні види ряски, водяний гіацинт, сальвінію, кушир, елодею канадську [9,11].

При конструюванні біоплато слід відмітити, що потужність біофільтрів, залежить від розмірів площі, стану рослинного покриву та поглинальної активності кореневої системи рослинності. Проте, збільшення буферності бар'єрної функції біофільтрів не забезпечує сто відсоткового блокування забруднюючих речовин і їх частина все ж надходить до водних систем, не затримуючись біофільтрами. І в цьому випадку водні маси вже відіграють роль транзитних систем і зумовлюють подальше поширення забруднювачів. Також при конструюванні гідроінженерних систем необхідно прийняти до уваги, що очисна здатність складних багатокомпонентних біоценозів в десятки разів може перевищувати здатність окремих груп організмів, які входять до їх складу.

Висновки.

Збільшення буферної функції фітокомпонентів за рахунок адаптації вищих водних рослин з широким діапазоном екологічної валентності і конструюванням на їх основі гідробіотехнологічних систем (берегових та

направних біоплато) дозволить перешкоджати міграції техногенних забруднювачів до водних об'єктів, в тому числі і підприємств авіаційної галузі.

Список літератури

1. Маджд С. М. Техногенне навантаження на водні об'єкти поблизу аеропорту / С. М. Маджд, Г. М. Франчук // Матеріали Х Міжнар. молодіжної наук.-практ. конф. "Людина і космос". – Дніпропетровськ: Національне космічне агентство України, 2008 – С. 267.

2. Маджд С.М. Екологічна оцінка якості поверхневих і ґрунтових вод, в районі експлуатації та ремонту авіаційної техніки / С.М. Маджд, Г.М. Франчук, М.М. Тимошенко // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К., 2012.– Вип.9. – С. 116–122.

3. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне значення [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/Водна%20токсикологіямонографія.pdf>

4. Гідроєкологічна токсиметрія та біоіндикація забруднень. Теорія, методи, практика використання. – Львів: Світ, 1995. – 438 с.

5. Маджд С.М. Оцінка техногенного впливу авіапідприємств на стан водойм / С.М. Маджд // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К., 2014.– Вип.14. – С.101–106.

6. Маджд С.М. Удосконалення технологічної схеми очищення зворотних вод авіапідприємств / С.М. Маджд // Проблеми водовідведення та гідравліки : наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2013.– Вип.22. – С.107–112.

7. Чукина Н.В. Структурно-функциональные показатели высших водных растений в связи с их устойчивостью к загрязнению среды обитания / Н.В.Чукина – Автореф. диссерт. канд. биол.наук. – Борок, 2010. – 24 с.

8. Міхєєв О.М. Адаптація гідрофітної системи для очистки стічних вод підприємств цивільної авіації / О.М. Міхєєв, С.М. Маджд, О.І. Семенова, Т.І. Дмитруха // Хімія і технологія води. – 2015. – №3 – С.574–581.

9. Міхєєв О.М. Новий метод конструювання біоплато для цілей ризофільтрації / О.М. Міхєєв, О.В. Лапань, С.М. Маджд // Вода: проблеми та шляхи вирішення : Всеукр. наук.-практ. конф., 6-8 липня 2016 р. : тези доп. – Житомир, ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – С. 154–158.

10. Крот Ю.Г., Лековцева Т.И. Оценка эффективности работы биофильтра с водными макрофитами при выращивании рыб // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. – 2001. – №4 (15). – С. 102–104.

11. Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризі́й Т.Я., Коваль І.М., Кі́пніс Л.С., Потрохов О.С., Зінковський О.Г., Леконцева Т.І. Природні і штучні біоплато. Фундаментальні та практичні аспекти – К.: Наук. думка, 2012. – 110 с.

Ф.Й. Яновський д.т.н., В.І. Токарев д.т.н, Р.Б. Сініцин к.т.н.,
В.М. Макаренко к.т.н (Національний Авіаційний Університет, Україна)

Локалізація джерел шуму у вільному акустичному полі

Розроблено метод оцінки просторової функції невизначеності для акустичної локалізації рухомих об'єктів. Для отримання координат джерела визначалася точка перетину гіперболоїдів, кожен з яких відповідає різниці часів приходу для окремо розглянутої пари мікрофонів. Наведено результати тестування методу локалізації об'єктів в вільному акустичному полі.

В останні роки у зв'язку із застосуванням БПЛА, виникла необхідність їх моніторингу та виявлення з застосуванням наступних демаскуючих ознак: акустичних, оптичних та радіотехнічних. Аналіз ефективності різних методів спостереження БПЛА (акустичних, оптичних, інфрачервоних) показав, що використання пасивної локалізації БПЛА за акустичними сигналами є одним з перспективних методів виявлення літальних апаратів цього класу. Завдяки малим розмірам БПЛА використання, наприклад, радіотехнічних засобів контролю цих об'єктів є не ефективним. При акустичній локалізації рухомих об'єктів необхідно враховувати значну варіативність акустичних характеристик ПС і БПЛА, стану атмосферного повітря, природного шумового фону.

У даній статті запропоновано новий метод і алгоритми локалізації з використанням максимуму функції невизначеності. Ефективність метода була підтверджена результатами локалізації БПЛА в польових умовах [1-5].

Для локалізації джерела звуку запропоновано використання комбінацію методів обробки сигналів, заснованих на визначенні часової різниці приходу сигналів на мікрофони, які є елементами решітки. Решітка складалася з чотирьох мікрофонів, розташованих у вершинах рівносторонньої піраміди.

Часова різниця часу приходу Δt_{da} може бути перерахована в різницю відстаней Δr до місця розташування джерела звуку

$$1. \quad \Delta r = c \cdot \Delta t_{da},$$

де c - швидкість поширення звукової хвилі.

Задача визначення різниці часів вирішувалася з використанням кореляційного методу.

У разі великої відстані між мікрофонами необхідно враховувати доплерівський ефект. Відповідно, виникає різниця доплерівських швидкостей між першим і другим мікрофонами кожної пари мікрофонів. Таким чином, для визначення оцінки різниці часів необхідно шукати положення максимуму по осі часу широкосмугової функції невизначеності

$$2. \quad \chi(\tau, \alpha) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{|\alpha|}}{T} \int_0^T (x(t) - m_x)(y^*(\alpha(t - \tau)) - m_y) dt$$

$$\alpha = \frac{c - v}{c + v}$$

де α - масштабний часовий коефіцієнт, який залежить від різниці швидкостей v та швидкості звуку c .

Якщо прийом сигналу здійснюється набором мікрофонів (антенною решіткою), з якої ми вибираємо пари мікрофонів, то функцію невизначеності можна представити у вигляді виразу

$$\chi(\tau, \alpha) = \frac{1}{m \cdot n \cdot (t_2 - t_1)} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \sqrt{|\alpha_{kj}|} \int_{t_1}^{t_2} ((x_k(t)) - m_{x_k})(y_j^*(\alpha_{kj}(t - \tau_{kj})) - m_{y_j}) dt$$

3. (1)

де m - число перших мікрофонів у наборі пар, n - число других мікрофонів у наборі пар, $t_2 - t_1$ - інтервал спостереження, α_{kj} - масштабний коефіцієнт для пари мікрофонів.

Дискретний варіант формули (1) можна представити у вигляді:

$$\chi(\mathbf{g}, \alpha) = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\sqrt{|\alpha_{kj}|}}{N - g_{kj}} \sum_{i=g_{kj}+1}^N ((x_k(i\Delta t)) - m_{x_k})(y_j^*(\alpha_{kj}(i - g_{kj})\Delta t) - m_{y_k})$$

4.

де Δt - інтервал дискретизації, N - число часових відліків вимірювання, g_{kj} - кількість відліків у величині $\tau = g_{kj}\Delta t$, $*$ - знак комплексно-спряженої величини.

Для обчислення вибірки, що складається з відліків y_j її треба перерахувати для нового за тривалістю інтервалу дискретизації $\Delta t_{kj} = \alpha_{kj}\Delta t$

$$\chi(\mathbf{g}, \alpha) = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\sqrt{|\alpha_{kj}|}}{N - g_{kj}} \sum_{i=g_{kj}+1}^N ((x_k(i\Delta t)) - m_{x_k})(y_j^*(\alpha_{kj}(i - g_{kj})\Delta t) - m_{y_k})$$

5.

Цей вираз можна переписати у більш компактному вигляді:

$$\chi(\mathbf{g}, \alpha) = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\sqrt{|\alpha_{kj}|}}{N - g_{kj}} \sum_{i=g_{kj}+1}^N x_{ik} y_{\alpha_{kj}(i - g_{kj})j}^*$$

6.

де $x_{ik} = (x_k(i\Delta t)) - m_{x_k}$, $y_{\alpha_{kj}(i - g_{kj})j}^* = y_j^*(\alpha_{kj}(i - g_{kj})\Delta t) - m_{y_k}$.

Значення коефіцієнта α відповідне максимуму функції невизначеності (3) для даного τ визначається, як

$$\alpha^*(\tau) = \underset{\alpha}{\operatorname{argmax}} (\chi(\tau, \alpha))$$

7. (3)

Підставляючи вираз (3) в (2) отримуємо просторову (часову) функцію невизначеності, яка не залежить від α , а отже від швидкості руху цілі

$$\chi_s(\tau) = \chi(\tau, \alpha^*(\tau))$$

8.

Значення сигналу для нового інтервалу дискретизації $\Delta t_{kj} = \alpha_{kj} \Delta t$ можна отримати використовуючи алгоритм передискретизації [4]. Ця процедура виконується за допомогою спектрального методу шляхом штучного розширення дискретного спектра сигналу за допомогою додавання нулів в дискретний спектр.

За допомогою розробленого стенду акустичної локалізації рухомих об'єктів в аеропорту Бузова були проведені вимірювання шуму БПЛА Tarot – 810 у вільному польоті на висоті 20 м. Для запису акустичного сигналу від БПЛА використовувалися дві акустичні антени з семи мікрофонів, схема розташування яких представлена на рис.1.

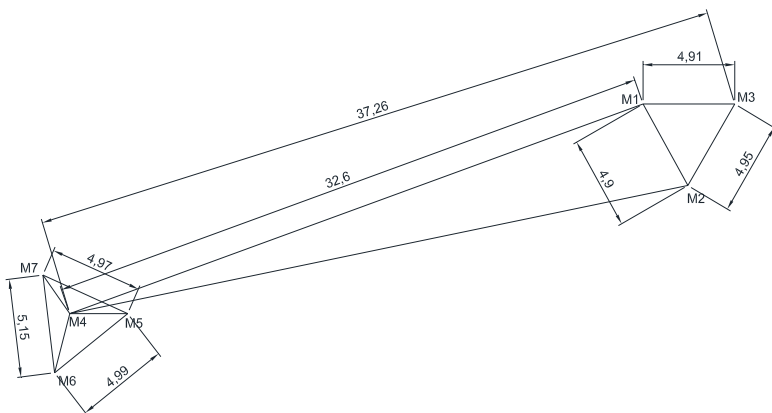


Рисунок 1– Схема розташування мікрофонів при акустичній локалізації БПЛА Tarot – 810 в аеропорту Бузова: відстані вказані в метрах

На рис. 2 показані типові акустичні сигнали, які записані наступними мікрофонами акустичних антен: 5, 6 і 7.

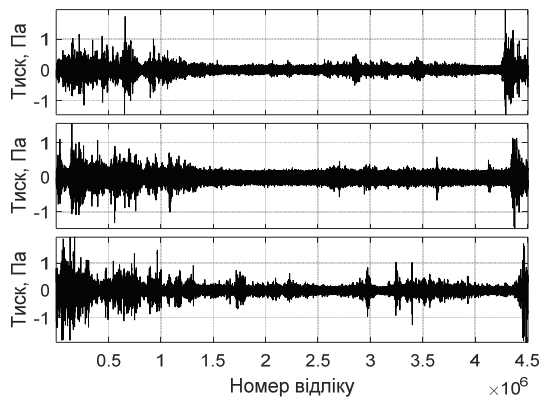


Рисунок 2 – Акустичні сигнали за даними мікрофонів 5, 6 і акустичних антен. Час показаний у відліках АЦП, частотна дискретизація дорівнює 50 кГц

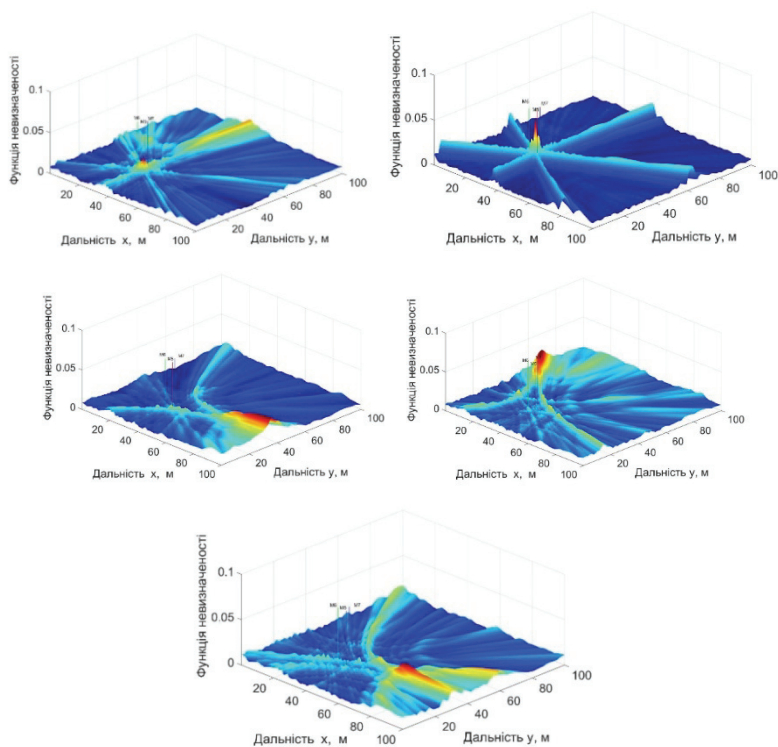


Рисунок 3 – Проекції функції невизначеності на простір летища для сигналів від трьох пар мікрофонів. 4, 20, 40, 56 і 80 секунд після початку вимірювань

З сигналів від трьох мікрофонів були сформовані три пари сигналів, для яких були побудовані взаємні широкосмугові функції невизначеності. Функція невизначеності побудована з урахуванням доплеровського зсуву, який визначається швидкістю руху БПЛА.

Для кожної з трьох функцій невизначеності проведено обчислення максимуму в залежності від доплеровського зсуву і побудована просторова функція невизначеності. Проекція просторових функцій невизначеності на гіперболоїди, які розташовані в горизонтальній площині на висоті 15 м, дозволяє здійснити локалізацію БПЛА. Для локалізації необхідно використовувати суму декількох таких проекцій пар мікрофонів. Як приклад на рис. 3 показані сумарні проекції сигналів від трьох пар мікрофонів для різних моментів часу.

Висновки

За результатами дослідження існуючих методів обробки звукової інформації запропоновані ефективні методи спектрального та кореляційного аналізу щодо локалізації ПС і БПЛА за акустичними параметрами з використанням широкосмугової функції невизначеності, які дозволили розробити алгоритми просторової локалізації в вільному акустичному полі.

Список літератури

1. Sinitsyn R. Passive acoustic radar for aircraft trajectory tracking / R. Sinitsyn, F. Yanovsky, E. Chervoniak, O. Zaporozhets // Proceedings of IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS-2014), September 23-25, 2014, Kiev, Ukraine. – 2014. – pp.70-83.
2. Signals / R. Sinitsyn, F. Yanovsky // Proceedings of The International IEEE Conference on Microwaves, Communications Antennas and Electronic Systems, November 7-9, 2011, Tel-Aviv, Israel. – 2011. – pp. 1-4.
3. Sinitsyn R. Determination of aircraft current location on the basis of its acoustic noise / R. Sinitsyn, F. Yanovsky, E. Chervoniak, O. Zaporozhets // Telecommunications and Radio Engineering. – 2015. – Vol. 74 (5). – pp. 397-408.
4. Sinitsyn R. Passive acoustic radar for aircraft trajectory tracking / R. Sinitsyn, F. Yanovsky, E. Chervoniak, O. Zaporozhets // Proceedings of IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium (MRRS-2014), September 23-25, 2014, Kiev, Ukraine. – 2014. – pp.70-83.
5. Kam W. Methods for Computing the Passive Wideband Cross-Ambiguity Function / W. Kam, B. Ferguson // Proceedings Fifth International Congress on Sound and Vibration, December 15-18, 1997, Adelaide, South Australia. – 1997. – Vol. 4(2213). – pp. 131-138.

Т.О. Семитківська, к.т.н.

(Льотна академія Національного авіаційного університету, Україна)

О.Л. Матвєєва, к.т.н.

(Національний авіаційний університет, Україна)

І.Л. Трофімов, к.т.н.

(Національний авіаційний університет, Україна)

Матвєєв О.В.

(Національний авіаційний університет, Україна)

Покращення екологічних характеристик дизельних палив закордонного виробництва

Досліджено споживання екологічно чистого дизельного палива і палива з підвищеним вмістом сірки серед різних країн світу. Обґрунтовано небезпеку дизельної сажі за рахунок збільшення адсорбції на її поверхні поліциклічних, ароматичних вуглеводнів. Доведено необхідність цілеспрямованого вивчення можливості заміни ароматичної складової в паливі, використовуючи стратегію екологічно безпечних домішок.

Дизельні палива спричиняють масштабні забруднення навколишнього середовища. Тому, підвищення екологічної якості дизельного палива (ДП) є актуальним, оскільки за існуючим прогнозам [1] потреба в ДП буде зростати швидкими темпами і вже в 2025 році світовий об'єм виробництва збільшиться та складатиме в середньому 35 % від об'єму нафти, що перероблюється.

Сумарний попит на ДП у світі постійно зростає. В Західній Європі на сьогодні питома вага ДП складає третину від загального обсягу використання палива.

Споживання екологічно чистого ДП в окремих країнах світу (у відсотках від загальної потреби) складає: Великобританія – 8; Австрія – 30; Німеччина – 20; Скандинавські країни – 65; Італія – 3; США – 35.

Варто зауважити, що питання екології хвилюють далеко не всіх. Передові наукові дослідження, в першу чергу, направляють свої зусилля на удосконалення характеристик управління дизельних палив [2], їх енергетичних властивостей шляхом гідрогенізації та азотування продукту [3].

Одним із способів модифікації пального є використання водоемульсійних складових для поліпшення повноти згорання та зниження емульсії сажі [4]. У ряді випадків присадки можуть різко збільшувати цитанове число, що обумовлює необхідність вдосконалення автоматизації управління двигуна [5], вивчається також можливість покращення енергоефективності за рахунок кореляції фракційного складу з додаванням біодизеля [6].

Однак, як правило, рішення однієї проблеми веде до ускладнень в іншій сфері – відкладення нагару на деталях силової установки [7].

Дослідження по сумішевим паливам при коопундуванні із спиртом в порівнянні з мінеральними мастилами значно знижує щільність та в'язкість, водночас покращуючи екологічні показники [8].

Проведені нами дослідження щодо обробки (активації) дизельного палива лініями імпульсів електромагнітного поля показали поліпшення таких експлуатаційних характеристик палива, як прокачуваність, випаровуваність, займистість, горючість, а також поліпшення таких енергетичних характеристик палива як летючість, зниження температури займистості, підвищення стійкості горіння [9].

Імпульси електромагнітного поля забезпечують дроблення, зміну структури і конфігурації молекул палива, послаблення зв'язків між ними, зменшення їх поверхневого натягу. Крім того, деякі молекули палива заряджаються на достатній проміжок часу, унаслідок чого активніше з'єднуються з окиснювачем - киснем. Це сприяє більш оптимальному змішенню паливовітряної суміші в камері згорання і, як наслідок, підвищення повноти згорання.

Атмосфера забруднюється окисами сірки, азоту, а також твердими вуглеводнями, у тому числі небезпечними ароматичними вуглеводнями (АВ). На основі проведеного аналізу встановлено залежність між вмістом в ДП сірки (S, %), АВ (A, %), температурою 90 відсоткової точки перегонки (T90, °C) та кількістю твердих часточок (ТЧ, г/кВт х год) відпрацьованих газів (ВГ) дизельного двигуна:

$$ТЧ=10-4[18A+5,6 T90+5200s+400].$$

Цю залежність демонструє рис. 1.

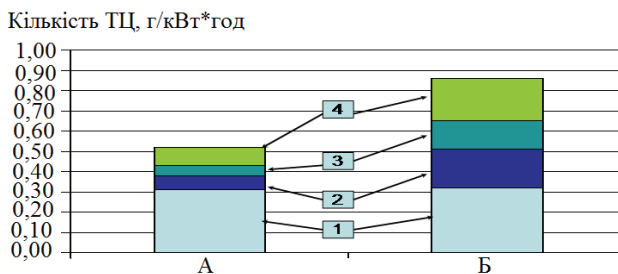


Рис. 1. Вплив вмісту сірки (А – 0,2 %, Б – 0,55 %) в дизельному пальному на викид твердих частинок у відпрацьованих газах: 1 – тверді вуглецеві частки, 2 – зв'язана вода, 3 – сульфати, 4 – розчинна органічна фаза

Варто зауважити, що екологічна небезпека сажі збільшується за рахунок адсорбції на її поверхні поліциклічних АВ, у тому числі висококанцерогенних бензопірену та нітрозамінів.

Зазвичай вміст АВ в дизельних паливах, які виробляються промисловістю коливається в межах 20-35 %. В ході проведення аналізу встановлюється загальна тенденція, характерна для всіх типів двигунів: чим більший загальний вміст АВ, тим більше у вихлопі пірену та бензопірену.

Вторинними характеристиками вмісту АВ також є наступні показники: густина, цитанове число, в'язкість. Зокрема, збільшення густини палива з 800 до 860-870 кг/м³ призводить до збільшення вмісту АВ з 15 до 27 %, тобто приблизно в 5 разів.

Водночас, зменшення цитанового числа з 52 до 40 одиниць призводить до збільшення емісії твердих частинок приблизно в 2 рази. Найбільший вплив на викиди здійснюють АВ. Так, збільшення вмісту АВ у паливі з 5 до 24 % призводить до збільшення викиду на 54 %. При зростанні температури кінця кипіння ДП також зростає вміст бі- та поліциклічних АВ, при чому найбільше для зразків, які мають точку кипіння в межах 180-380 та 180-400 °С [10] (табл. 1), що у свою чергу призводить до збільшення задименості.

Таблиця 1

Вплив температури кипіння палива на вміст та склад ароматичних вуглеводнів

Показник	Кінець кипіння за ІТК, °С*					
	300	320	340	360	380	400
Фракційний склад, °С:						
10 %	226	230	237	238	242	245
50 %	253	264	277	287	294	305
90 %	279	294	317	336	353	-
к. к./вихід, %	293/99	308/98	332/98	352/98	360/95	360/85
Вміст АВ, %:	34,1	21,0	24,2	30,5	29,1	30,5
У т. ч.						
Моноциклічні	25,1	13,5	14,0	19,8	15,6	18,1
Біциклічні	8,7	6,7	8,7	8,8	10,9	9,3
Поліциклічні	0,33	0,82	1,50	1,90	2,60	3,10

Примітка: * н. к. 180 °С

З гетероорганічних сполук, які входять до складу ДП, найбільш небезпечним впливом на навколишнє середовище вирізняються сірчані сполуки та сполуки азоту. Сірчані сполуки згорають у дизельних двигунах в основному до діоксиду сірки та частково до триоксиду (1-2 %). Безперечно, ці речовини здатні викликати корозію металів, руйнування металоконструкцій та доріг, а також кислотні дощі, тощо. На сьогодні затверджені певні стандарти на дизельне паливо, які відповідають європейському стандарту EN 590 (табл. 2).

Прийняття зазначених стандартів обумовлено актуальністю проблеми виробництва палив з низьким вмістом сірки, що знайшло своє відображення й в американських національних та міжнародних стандартах.

В основних вимогах закордонних специфікацій на дизельні палива вміст сірки нормується не більше 0,05 % (США, країни ЄС, в Швеції для деяких марок не більше 0,005 та 0,001 %).

Вміст ароматичних вуглеводнів не більше 10 % нормується в штатах США. У європейському стандарті EN 590 вміст АВ не нормується; проте вміст сірки не повинен перевищувати 0,05 % мас. Натомість, норми на граничні

рівні викидів автомобілями ВГ постійно стають більш жорсткими, про що свідчать дані табл. 3 та табл. 4.

Вимоги до сучасних та перспективних палив в США визначаються поправкою до Закону «Про чисте повітря та підприємства», який розроблено Агентством з охорони навколишнього середовища (EPA).

Таблиця 2

Європейська класифікація на дизельне паливо EN 590

Показник	2005 рік	2015 рік	2025 рік
Цетанове число	45	49	53
Густина (15°C), г. л.	-	820-860	<845
Фракційний склад (95 % об.), °C	-	370	340
Тк. к., °C	-	-	350
Поліароматичні сполуки, %	-	-	2
Вміст сірки, %	0,2	0,05	0,003-0,005
Здатність до змашення	-	460**	-
Захист від корозії	-	-	вводиться
Миюча здатність	-	-	вводиться

Примітка: * Європейський парламент погодив специфікацію до 2025 року; ** діє до 2025 року

Таблиця 3

Норми токсичності ВГ дизелів потужністю більше 150 кВт, г/кВт*год

Країна	CO	Вуглеводні	NOx	ТЧ
ЄЕС	4	1,1	7,0	0,15
Швейцарія	4,9	1,23	9,0	0,7
Австрія	4,9	1,23	9,0	0,4
Швеція	4,9	1,2	9,0	-
Норвегія	4,9	1,2	7,0	0,4
Нідерланди	5	1,25	9,0	-
США	20,9	1,76	6,7	0,34

Згідно специфікації EN 590 в Європі діє перелік, який складається з шести класів палив, у залежності від кліматичних поясів (табл. 5).

Таблиця 4

Норми шкідливих викидів для автівок, г/км

Викиди	США	Росія	ЄЕС
Оксид вуглецю, CO	2.1	13-25*	2.72
Вуглеводні, CH	0.25	-	-
Окиси азоту, NOx	0.63	-	-
Сума, CH+NOx	-	4.8-7*	0.97

Примітка: * в залежності від контрольної маси

Таблиця 5

Класифікація дизельних палив у відповідності до кліматичних поясів

Країна	Клас	КТФ*, °C	
		Взимку	Влітку

Австрія	F	-20	5
Бельгія	E	-15	0
Данія	F	-20	0
Франція	E, F	-20; -15	0
Німеччина	F	-20	0
Великобританія	E	-15	-5
Греція	C	-5	5
Італія	D	-10	0
Нідерланди	E	-15	0
Португалія	D	-10	0
Іспанія	D	-10	0
Швейцарія	F	-20	-10
Фінляндія	Арктичний, кл. 2	-16**	-32
Норвегія	Арктичний, кл. 1	-10**	-20
Швеція	Арктичний, кл. 1,2,3	-10; -16; -20**	-20; -26; -32

Примітка: * КТФ – критична температура фільтрування; ** ТП – температура помутніння

Висновки

Проведений аналіз дає підстави стверджувати:

1. Найбільш ефективним способом зниження вмісту сірки у дизельному пальному є процес гідроочищення та деароматизації, однак ці технології можливо вважати пріоритетними для країн з розвинутою нафтопереробною промисловістю.

2. Застосування антидимних присадок з вмістом терморозчинних сполук барію є високо затратним. Використання на етапі компаундування вбачається проблематичним. Проте цей напрямок знайшов застосування у Російській Федерації та США.

3. Для визначення пріоритетності застосування антидимних та протиокислювальних присадок необхідне дослідження механізму їх дії та ефекту синергізму у стендових випробуваннях.

4. Обробка електромагнітним полем поліпшує такі експлуатаційні характеристики палива, як прокачуваність, випаровуваність, займистість, горючість, летючість, зниження температури займистості, підвищення стійкості горіння.

Необхідність вирішення екологічних проблем суспільства на міжнародному рівні змушує країни, навіть традиційно багатих вуглеводневою сировиною, розвивати та фінансувати подібні дослідження, що підтверджує актуальність розглянутого питання.

Список літератури

1. Осипов, Л. Н. О перспективах организации производства экологически чистого дизельного топлива на российских НПЗ [Текст] / Л. Н.

Осипов, Э. Ф. Каминский, В. М. Курганов, В. А. Хавкин // Нефтепереработка и нефтехимия: НТС. – М.: ЦНИИТЭ-нефтахим., 2005. – № 8. – С. 9.

2. Ashok, B. LPG diesel dual fuel engine – A critical review [Text] / B. Ashok, S. Denis Ashok, C. Ramesh Kumar // Alexandria Engineering Journal. – 2015. – Vol. 54, № 2. – P. 105–126. doi:[10.1016/j.aej.2015.03.002](https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.03.002)

3. Christodoulou, F. Experimental investigation of the effects of simultaneous hydrogen and nitrogen addition on the emissions and combustion of a diesel engine [Text] / F. Christodoulou, A. Megaritis // International Journal of Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39, № 6. – P. 2692–2702. doi:[10.1016/j.ijhydene.2013.11.124](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.11.124)

4. Shehata, W. M. Simple optimization method for partitioning purification of hydrogen networks [Text] / W. M. Shehata, A. M. Shoaib // Egyptian Journal of Petroleum. – 2015. – Vol. 24, № 1. – P. 87–95. doi:[10.1016/j.ejpe.2015.02.009](https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.02.009)

5. Wang, X. Diesel Engine PT Pump Fault Diagnosis based on the Characteristics of its Fuel Pressure [Text] / X. Wang, Y. Cai, X. Lin // IERI Procedia. – 2014. – Vol. 7. – P. 84–89. doi:[10.1016/j.ieri.2014.08.014](https://doi.org/10.1016/j.ieri.2014.08.014)

6. EL_Kassaby, M. Studying the effect of compression ratio on an engine fueled with waste oil produced biodiesel/diesel fuel [Text] / M. EL_Kassaby, M. A. Nemit_allah // Alexandria Engineering Journal. – 2013. – Vol. 52, № 1. – P. 1–11. doi:[10.1016/j.aej.2012.11.007](https://doi.org/10.1016/j.aej.2012.11.007)

7. Ramdas, R. Using real particulate matter to evaluate combustion catalysts for direct regeneration of diesel soot filters [Text] / R. Ramdas, E. Nowicka, R. Jenkins, D. Sellick, C. Davies, S. Golunski // Applied Catalysis B: Environmental. – 2015. – Vol. 176–177. – P. 436–443. doi:[10.1016/j.apcatb.2015.04.031](https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.04.031)

8. Yasin, M. H. mat. Fuel Physical Characteristics of Biodiesel Blend Fuels with Alcohol as Additives [Text] / M. H. mat Yasin, R. Mamat, A. F. Yusop, R. Rahim, A. Aziz, L. A. Shah // Procedia Engineering. – 2013. – Vol. 53. – P. 701–706. doi:[10.1016/j.proeng.2013.02.091](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.091)

9. Матвеева Е.Л. Влияние электромагнитного поля на противоизносные свойства пар трения / Е.Л. Матвеева, И.Л. Трофимов, А.П. Андриевский, М.Н. Свирид, К.В. Бзенко // Східно-Європейський журнал передових технологій (Прикладна фізика і матеріалознавство). – 2013. – вип. 1/5№61/2013. – С. 13–17.

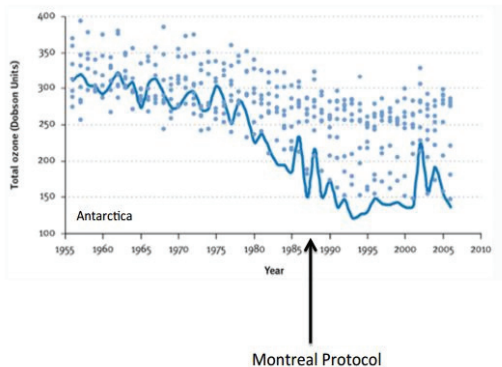
*O. Vovk prof. (Igor Sikorsky NTUU «KPI» , Ukraine),
Onyshchenko A. (Igor Sikorsky NTUU «KPI»)*

Not just about sunburn – the ozone hole’s profound effect on climate has significant implications for southern hemisphere ecosystems

The main idea of this article is that the depletion of the ozone layer over the Antarctic is causing greater damage to terrestrial and marine ecosystems, due to climate change.

Climate scientists have concluded that stratospheric ozone depletion has been a major driver of Southern Hemisphere climate processes since about 1980. The implications of these observed and modelled changes in climate are likely to be far more pervasive for both terrestrial and marine ecosystems than the increase in ultraviolet-B radiation due to ozone depletion. Understanding of how ozone depletion has impacted Southern Hemisphere climate and highlight the relatively few documented impacts on terrestrial and marine ecosystems.

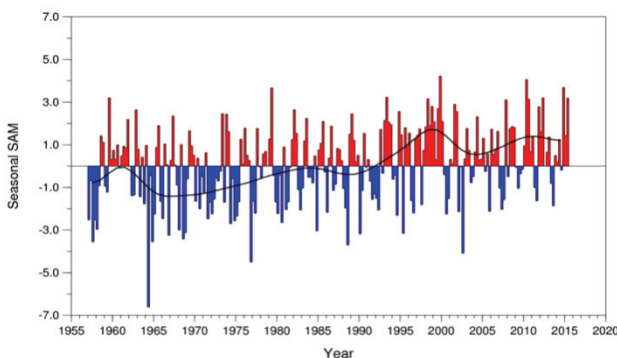
The ozone depletion changes atmospheric and oceanic circulation, with an emphasis on how these alterations in the physical climate system affect Southern Hemisphere weather, especially over the summer season (December-February). These potentially include increased incidence of extreme events, resulting in costly floods, drought, wildfires and serious environmental damage. The ecosystem impacts documented so far include changes to growth rates of South American and New Zealand trees, decreased growth of Antarctic mosses and changing biodiversity in Antarctic lakes. On pic. 1 we can see the observed changes in ozone level of Antarctic stratosphere during 1955 – 2010. it clearly illustrates depletion of ozone from 1975 to 1995. Freons affecting the ozone layer destroying it. In the 70 years the Montreal agreement was signed by which CFCs hit rate of the atmosphere slowed.



Pic. 1 Variation of antarctic stratospheric ozone over time

Freons distributed on the interaction of ultraviolet radiation. Unleashing components interact actively with ozone in the so-called collapse of a halogen cycle nitrogen atoms. Ultraviolet radiation has on the human detrimental effect. As a result of exposure to radiation of the human body man can get cancer, melanoma. The human body can protect itself through the allocation of an enzyme - photolyase. It is difficult to assess the impact of ozone depletion for a person, as a man all the time moves. The Southern Annular Mode (SAM), also known as the Antarctic Oscillation (AAO), describes the north-south movement of the westerly wind belt that circles Antarctica, dominating the middle to higher latitudes of the southern hemisphere. Positive phase: band of westerly winds contracts toward Antarctica higher pressures over southern Australia can relate to stable, dry conditions.

Negative phase: band of westerly winds expands towards the equator more (or stronger) low pressure systems over southern Australia can mean increased storms and rain.



Pic. 2 Changes in Antarctic stratospheric ozone

In this graph on pic. 2, we see a change in the behavior of the eastern winds, depending on the year. Red color towards the Antarctic, and blue towards the equator (sent). It is possible to make a conclusion Changes in Antarctic stratospheric ozone also cause an enhanced meridional temperature gradient, a stronger vortex (zonal winds) and an increase in the SAM, which leads to a more "thermally isolated" Antarctic continent (which thus has cooled). The ozone layer leads to a decrease in the temperature of the stratosphere. Ozone absorbs ultraviolet heated balloon itself and heating up the planet. Due to the depletion layer, temperature is below. Depletion of not only cools the regions, but also contributes to the temperature gradient and regions with different temperatures are reversed (cyclone principle). Antarctic Peninsula and the ice shelf Larsen rapidly changing temperature. The depletion of the ozone layer results in cooling of the of Antarctica due to more intense westerly winds. East Antarctica Peninsula it is warm.

Scientists have seen a correlation between the charges in rainfall patents and depletion of the ozone layer through studying model simulations with and without ozone depletion. Thus scientists understand the interaction of linkages between ozone depletion and the seasonal climate. It may also help to improve

weather forecasting and economic components. Changing weather patterns caused indirectly by ozone affect ecosystems in much of the Southern hemisphere by changing temperature, precipitation, winds. On the territory of East Antarctica is observed decline of biodiversity due to changes in the wind and reduction of the availability of water. The amount of water is reduced, and many water-dependent organisms (e.g., Antarctic moss) reduced their population three times. This is because the water evaporates quickly because of strong wind. In the opposite case, Antarctic Peninsula as a consequence of the depletion of the ozone layer increases biodiversity. The island of Alexander was an increase in the rate of growth of moss *Polytrichum strictum* because rainfall has increased and the ice began to melt, the temperature increased and risen availability of water. Increased wind leads to the transfer of dust particles from the other continents, and changed the trend of accumulation of dust particles and appeared alien species in Antarctica (notably on the north side). The impact of ozone depletion on marine ecosystems due to air currents observed changes the circulation of deep waters. Deep water enriched on carbonic gas and are at a temperature below the temperature of water at the surface due to behavioral change in air flow which has the ability to rise to the surface of the ocean, and as a result, alter the amount of carbon dioxide in the ocean from the atmosphere. The biological properties of the ocean such as the increase of phytoplankton populations will change. The explosive growth of phytoplankton populations leads to a raising of the deep-water layers and hence air flow.

Conclusions

The realization that stratospheric ozone depletion has been a major driver of SH climate processes over the late 20th century has significant implications for all SH ecosystems. Through its influence on atmospheric circulation, ozone depletion has helped to shield the Antarctic continent from much of the effect of global warming over the past half century (Convey et al, 2009; Turner et al, 2009, 2014; Wuet al, 2013.; Abram et al., 2014). Understanding the effect of greenhouse gases entering the atmosphere the ozone hole is key in presenting the behavior of ecosystems.

Literature

1. Sharon A. Robinson, David J. Erickson III, Institute for Conservation Biology, School of Biological Sciences, The University of Wollongong, Wollongong, New South Wales 2522, Australia, Computational Earth Sciences Group, Computer Science and Mathematics Division, Oak Ridge National Laboratory, P.O. Box 2008, MS 6016, Oak Ridge, TN 37831-6016, USA
2. Abram NJ, Mulvaney R, Wolff EW, Triest J (2013) Acceleration of snow melt in an Antarctic Peninsula ice core during the twentieth century. *Nature Geoscience*, 6, 404–410.
3. Abram NJ, Mulvaney R, Vimeux F, Phipps SJ, Turner J, England MH (2014) Evolution of the Southern Annular Mode during the past millennium. *Nature Climate Change*, 564–569.
4. Egorova T, Rozanov E, Gröbner J, Hauser M, Schmutz W (2013) Montreal Protocol benefits simulated with CCMSOCOL. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13, 3811–3823.

М.М. Радомська, к.т.н., М.Д. Сагайдак
(Національний авіаційний університет, Україна)

Оцінка об'ємів утворення стічних вод при обробці повітряних суден протилідоутворюючими реагентами

The method of calculating the necessary volume of anti-icing and de-icing reagents and corresponding volumes of wastewaters formation due to aircrafts treatment in the airport have been offered. The potential pollution of the area around the Lviv airport have been determined.

Літаки, які перебувають певний час на аеродромі можуть нагромаджувати сніг, лід, замерзаючий дощ або іній на своїй поверхні у холодну зимову погоду. Наявність таких відкладень, особливо на аеродинамічних площинах, є небезпечною, оскільки може перешкоджати старту та є надзвичайно небажаним в процесі зльоту і початкових періодах польоту, оскільки навіть незначні накопичення можуть привести до погіршення аеродинамічних характеристик повітряного судна, що у деяких випадках може призвести до аварії при зльоті.

Протилідоутворюючі рідини для наземної обробки літаків містять суміш гліколя, води і загусник. Гліколі давно використовуються у водних розчинах різних концентрацій, що напилюють на літак для видалення відкладень снігу, льоду, замерзаючого дощу та інею з його поверхні. Після такої обробки бажано, аби глікольна рідина залишалася у вигляді плівкового покриття на поверхнях літака та виконувала роль протилідоутворюючого реагенту, що забезпечує безперервний захист і затримує подальше утворення або наростання відкладень снігу, льоду, замерзаючого дощу або інею. Одні і ті ж рідини на основі гліколю в різних концентраціях можуть бути використані як для боротьби з обмерзанням, так і для захисту від обмерзання.

Гліколі – двоатомні спирти різної молекулярної маси. Як правило, ці речовини широко застосовуються у виробництві завдяки ряду цінних властивостей, наприклад, гігроскопічності, низькій корозійній активності, високій розчинювальній здатності та теплоємності. Тим не менше, речовини цієї групи горючі та відрізняються певним рівнем токсичності, що знижується зі збільшенням атомної маси. Так, етиленгліколь - горюча речовина, що проявляє найвищий рівень токсичності серед сполук даного ряду. Належить до речовин 3-го класу безпеки. Летальна доза при однократному пероральному вживанні складає 100-300 мл етиленгліколю (1,5-5 мл на 1 кг маси тіла). При цьому, дана речовина нелетка за нормальної температури, пари володіють не настільки високою токсичністю, а тому становлять небезпеку лише при хронічному вдиханні. Більш небезпечними є тумани, проте при їх вдиханні про небезпеку сигналізують роздратування і кашель.

Результати лабораторного дослідження показують, що при повторному вдиханні або дії на шкіру піддослідних тварин ця речовина не викликає пошкодження кісткового мозку або статевих залоз. Головними наслідками дії

речовини є пошкодження еритроцитів; ушкодження нирок і зміна розмірів печінки при високих рівнях дії.

Речовини даної групи легко проникають крізь шкіру, що призводить до значного поглинання і соматичної токсичності.

Зважаючи на високу розчинність гліколі здатні поширюватися по поверхневих і ґрунтових водах. Саме з цим пов'язана увага екологів до протилідоутворюючої обробки повітряних суден. Оскільки до складу цих реагентів входять і інші речовини, серед них луги, то потенційні наслідки поширення протилідоутворюючих рідин за межі спеціальних ділянок, призначених для обробки повітряних суден, можуть бути дуже серйозними.

Причинами забруднення ґрунтів і вод проти-льодоутворюючими рідинами можуть бути:

- порушення порядку обробки повітряних суден;
- проведення обробки повітряних суден поза межами спеціалізованих майданчиків;
- перевищення необхідних об'ємів застосування проти-льодоутворюючих реагентів;
- перевищення допустимої тривалості обробки повітряного судна;
- підготовка розчину протилідоутворюючих реагентів без урахування погодних та технічних умов.

Складники протилідоутворюючих сумішей, особливо органічні, легко розкладається мікроорганізмами. Проте їх надмірне надходження у навколишнє середовище впливає на флору і фауну забрудненої території, а також різко змінює склад та стан педобіонтів.

Для оцінки об'ємів утворення стічних вод в результаті протижелезної обробки повітряних суден на ЗПС необхідно перш за все проаналізувати дані про температуру, опади та атмосферні явища протягом досліджуваного періоду та визначити дні, коли є необхідними застосування реагентів для усунення льодових відкладень та запобігання їх повторному утворенню.

На основі цих даних обираються поправочні коефіцієнти застосування реагентів в залежності від атмосферних явищ. Найвищої концентрації реагентів необхідні за температури менше -10°C та інтенсивних твердих опадів у формі зернистого снігу.

Виходячи з даних про об'єм застосування реагентів для кожного типу повітряного судна у відповідності до конкретних умов визначається необхідний об'єм протилідоутворюючої рідини, а залежно від кількості опадів - об'єм знеліднюючої рідини.

Враховуючи середню кількість ПС, що обслуговуються щодня в аеропорті, розраховують конкретні об'єми знеліднюючої або проти-льодоутворюючої рідини, які використовуватимуться кожного дня для кожної групи повітряних суден, використовуючи наступну формулу:

$$V = n \cdot a_r \cdot a_i$$

де V – об'єм рідини, використаної для повітряних суден даного типу за день; n – кількість ПС даного типу за день, одиниць; a_r – об'єм застосування знеліднюючої або протилідоутворюючої рідини для даного типу ПС залежно

від метеоумов, л; a_i - поправочних коефіцієнтів для об'ємів застосування протилідоутворюючих та знеліднюючих реагентів відповідно до атмосферних явищ.

Об'єм рідини, необхідної для усунення льоду з території аеропорту, у свою чергу визначається за формулою:

$$V_t = S \cdot a_r \cdot a_i$$

де V – об'єм рідини, використаної для усунення льоду з території аеропорту (ЗПС); S – площа ЗПС, га; a_r – об'єм застосування знеліднюючої рідини на одиницю площі території залежно від метеоумов, л/га; a_i - поправочних коефіцієнтів для об'ємів застосування знеліднюючих реагентів відповідно до атмосферних явищ.

Враховуючи вимоги до необхідних об'ємів змішування спецрідин та води відповідно до погодних умов, можна визначити остаточну кількість (об'єм води та розчинів реагентів у воді), використаних кожного дня, та розрахувати об'єм стоку з території зони обробки ПС та ЗПС:

$$V_w = S \cdot h$$

де S – об'єм стоку з території зони обробки ПС або ЗПС, м³; h – товщина шару опадів, м.

За результатами розрахунків виконаних для міжнародного аеропорту «Львів» ім. Данила Галицького аеропорту встановлено, що загальний об'єм забрудненого поверхневого стоку у січні 2017 року становив близько 1806 м³ з вмістом реагентів 15-40%. За технічними даними ефективність системи збору поверхневого стоку на території ЗПС та технологічних майданчиків становить не більше 65%. Таким чином приблизно третина забрудненого поверхневого стоку може потрапляти у ґрунти прилеглих ділянок, не закритих твердим покриттям. Враховуючи нерівномірність випадіння опадів, кількість втрат стічних вод буде меншою за розрахункову, але за від'ємних температур компоненти забруднення будуть зберігатись у незмінному стані (активність мікроорганізмів, що розкладають ці компоненти, взимку мінімальна) і просочуватись до рівня ґрунтових вод. Це розширює зону хімічного забруднення та ймовірних негативних наслідків для населення далеко за межі аеропорту.

Список використаної літератури

Асатуров М. Л. Загрязнение окружающей среды при авиатранспортных процессах : учебное пособие / М. Л. Асатуров. – Санкт-Петербург : Университет ГА., 2010. – 94 с.

Франчук Г. М. Екологія, авіація, космос : навч. посіб / Г. М. Франчук, В. М. Ісаєнко. – К.: НАУ-друк, 2005. – 456 с.

Калыгин Р. П. Промышленная экология / Р. П. Калыгин. – М. : Мысль, 2004. – 219 с.

Franchuk G. M., Nykolyak M. M. Health effects of airports : Матеріали VIII Міжнар. наук.-техн. конф. [ABIA-2007], (Київ, 25–27 квіт. 2007 р.), Т. 3 / М-во освіти і науки України, НАУ [та ін.]. – К. : НАУ, 2007. – С. 44.76–44.79.

Я.І. Мовчан, д.б.н. (Національний авіаційний університет, Україна)
В.В. Шаравара, к.т.н. (Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка, Україна)

Оцінки рівня екологічної безпеки територій за щільністю розташування автозаправних станцій

Розглядається проблеми зниження рівня екологічної безпеки урбанізованих територій внаслідок збільшення кількості автомобільних заправних станцій і потенційно можливих ризиків виникнення небезпечних ситуацій їх експлуатації. Запропонована методика оцінки рівня екобезпеки територій за щільністю розташування автозаправних станцій шляхом трансформації методології оцінки екологічних ризиків.

Щороку в Україні зростає кількість автотранспортних засобів, для обслуговування та забезпечення яких паливом по всій країні розвинула широка мережа автомобільних заправних станцій (АЗС). Існуюча мережа АЗС в Україні складає більше 7000 станцій. До початку 2000 року більшість АЗС, розташовувалась, як правило за містом, на в'їзді в міста, в промислових зонах, автодорогах за межами міської забудови. За останні роки ситуація суттєво змінилась - АЗС розташовують в міській смузі, житлових кварталах, безпосередньо біля великих торгових і розважальних комплексів. Зростання щільності розташування АЗС в межах урбанізованих територій підвищує рівень забруднення довкілля міських територій і ризики виникнення надзвичайних ситуацій із значними негативними наслідками для населення і матеріальними збитками.

Таким чином, систематизація екологічних ризиків зосередження автозаправних станцій на урбанізованих територіях і аналіз довкілних загроз їхнього прояву дасть змогу виробити методику оцінки рівня екологічної безпеки міських систем, яка ґрунтуватиметься на цих показниках.

Екологічний ризик зростання щільності розташування АЗС пов'язаний з можливістю людських жертв, травм, пошкоджень і матеріальних збитків. Стоїть завдання визначити на практиці інтегральний ризик – узагальнений показник комплексів загроз, які можуть реалізуватися за певних умов роботи АЗС і спричинити надзвичайні ситуації на території окремої урбоєкосистеми, а також масштабність їхніх наслідків за певний час унаслідок різних поєднань причин і сценаріїв розвитку аварій [3].

Кількісна оцінка екологічних ризиків створює сприятливе і необхідне підґрунтя для класифікації всіх видів АЗС і ранжування урбанізованих територій країни за ступенем небезпеки. Така оцінка дає можливість застосовувати до них правові норми й державні механізми адміністративного та економічного впливу пропорційно до створюваної ними небезпеки з метою забезпечення прийнятного рівня ризику для досягнення безпечної життєдіяльності суспільства [3].

Для України визначено базові показники ризику: незначний ризик, прийнятий ризик, граничнодопустимий та недопустимий ризик. При цьому, прийнятим ризиком вважається «ризик, який забезпечується повною відповідністю умов і безпеки праці вимогам нормативно-правових актів з охорони праці, але допускає наявність тяжких і шкідливих умов праці, робота в яких винагороджується пільгами та компенсаціями згідно з чинним законодавством» [1].

Трансформація методології оцінки екологічних ризиків дає змогу напрацювати узагальнену процедуру аналізу ризиків [2, 6] АЗС, згідно якої, спочатку необхідно виявити найбільш серйозні загрози та провести їхнє ранжування. Потім приступити власне до оцінки ризику і рівня екологічної безпеки. Важливим є врахування у результативному інтегральному показнику тих компонентів, що можуть створювати екологічну загрозу, за якими фактично може бути сформована інформаційно-статистична база у вигляді конкретних індикаторів, що характеризують кількісні параметри ризику порушення нормальних умов функціонування екосистем регіону, населеного пункту, району міста тощо.

Для визначення рівня екологічної безпеки території за щільністю розташування автозаправних станцій пропонується використати відносні показники, які можна розділити на три групи: ступінь насиченості території АЗС, ступінь насиченості АЗС на одного жителя і ступінь насиченості АЗС за відношенням до площі ландшафтно-рекреаційної території. Обрані індикатори відображають рівень техногенного навантаження кількості АЗС на конкретну територію [4, 5, 7, 8].

Оцінка ступеню насиченості території АЗС здійснюється шляхом обчислення індивідуального показника щільності розташування АЗС для відповідного регіону (населеного пункту, району міста) за співвідношенням:

$$S_n = \frac{n}{S_{н.п.}}, \quad (1)$$

де S_n – індивідуальний показник щільності розташування АЗС для відповідного регіону (населеного пункту, району міста), од./км²; n – кількість розташованих АЗС на території регіону (населеного пункту, району міста), од.; $S_{н.п.}$ – площа регіону (населеного пункту, району міста), км².

Оцінка індивідуального показника ступеня насиченості АЗС на одного жителя розраховується за формулою:

$$N_n = \frac{n}{N_{н.п.}}, \quad (2)$$

де N_n – індивідуальний показник ступеня насиченості АЗС на одного жителя відповідного регіону (населеного пункту, району міста), од./особу; n – кількість розташованих АЗС на території регіону (населеного пункту, району міста), од.; $N_{н.п.}$ – чисельність населення регіону (населеного пункту, району міста), осіб.

Оцінка індивідуального показника ступеня насиченості АЗС за відношенням до площі ландшафтно-рекреаційної території регіону (населеного пункту, району міста) розраховується за формулою:

$$L_n = \frac{n}{L_{н.п.}}, \quad (3)$$

де L_n – індивідуальний показник ступеня насиченості АЗС за відношенням до площі ландшафтно-рекреаційної території відповідного регіону (населеного пункту, району міста), од./км²; n – кількість розташованих АЗС на території регіону (населеного пункту, району міста), од.; $L_{н.п.}$ – площа ландшафтно-рекреаційної території регіону (населеного пункту, району міста), км².

Окремо взятий показник не може бути основою для ранжування регіону (населеного пункту, району міста). Для порівняння окремих часових відрізків і визначення в подальшому інтегрального показника екологічної безпеки території використовуються нормовані показники щільності розташування АЗС, ступеня насиченості АЗС на одного жителя, ступеня насиченості АЗС за відношенням до площі ландшафтно-рекреаційної території відповідного регіону (населеного пункту, району міста).

Нормований індивідуальний показник щільності розташування АЗС для відповідного регіону (населеного пункту, району міста):

$$S = \frac{S_n}{S_n^{\max}}, \quad (4)$$

де S_n^{\max} – максимальне значення індивідуального показника щільності розташування АЗС поміж розглянутими регіонами (населеними пунктами, районами міста), за часовий відрізок, який аналізується.

Нормований індивідуальний показник ступеня насиченості АЗС на одного жителя відповідного регіону (населеного пункту, району міста):

$$N = \frac{N_n}{N_n^{\max}}, \quad (5)$$

де N_n^{\max} – максимальне значення індивідуального показника ступеня насиченості АЗС на одного жителя поміж розглянутими регіонами (населеними пунктами, районами міста), за часовий відрізок, який аналізується.

Нормований індивідуальний показник ступеня насиченості АЗС за відношенням до площі ландшафтно-рекреаційної території регіону (населеного пункту, району міста):

$$L = \frac{L_n}{L_n^{\max}}, \quad (6)$$

де L_n^{\max} – максимальне значення індивідуального показника ступеня насиченості АЗС за відношенням до площі ландшафтно-рекреаційної території

поміж розглянутими регіонами (населеними пунктами, районами міста), за часовий відрізок, який аналізується.

Інтегральний показник екологічної безпеки території за щільністю розташування автозаправних станцій:

$$D_{A3C} = \gamma_k \cdot S + \gamma_k \cdot N + \gamma_k \cdot L, \quad (7)$$

де k - число показників небезпек АЗС регіону (населеного пункту, району міста), в даному випадку $k = 3$; γ_k - ваговий коефіцієнт, у першому наближенні приймають $\gamma_k = 1/k$.

Наведену методику пропонується використовувати для прийняття рішень щодо рівня прийнятного ризику в регіоні (населеному пункті, районі міста), величина якого встановлюється залежно від екологічної ситуації, рівня захворюваності населення, кількості випадків надзвичайних ситуацій на техногенних об'єктах.

За результатами оцінки інтегрального показника екологічної безпеки проводиться ранжування регіонів (населених пунктів, районів міста), що дає змогу певною мірою класифікувати їх відносно рівня безпеки. При цьому слід враховувати, що найбільше значення цього показника свідчить про найнижчий рівень екологічної безпеки відповідного регіону (населеного пункту, району міста).

Визначивши кількісну оцінку екологічного ризику, актуальності набуває здійснення якісної інтерпретації розрахункових величин шляхом ідентифікації отриманих кількісних значень ризику, тобто, ступеня ризику. Для цього пропонується числовий інтервал величини екологічного ризику, що приймає можливі значення від нуля до одиниці, рівномірно поділити на п'ять інтервалів, тобто визначити такі проміжки та їх якісну інтерпретацію:

- I [0,00;0,20) – низький рівень екологічного ризику;
- II [0,20;0,40) – помірний рівень екологічного ризику;
- III [0,40;0,60) – середній рівень екологічного ризику;
- IV [0,60;0,80) – високий рівень екологічного ризику;
- V [0,80;1,00) - надзвичайно високий рівень екологічного ризику.

Таким чином, згідно запропонованої шали отримані оцінки ризику можна умовно розподілити на п'ять класів екологічної безпеки:

- надзвичайно високої небезпеки - рівень екологічного ризику вище 0,80;
- високої небезпеки - рівень екологічного ризику в діапазоні [0,60;0,80);
- підвищеної небезпеки - рівень екологічного ризику в діапазоні [0,40;0,60);
- помірної небезпеки - рівень екологічного ризику в діапазоні [0,20;0,40);
- відносної небезпеки - рівень екологічного ризику нижче 0,20).

Висновки

Розвиток урбанізованих територій і стрімке зростання кількості транспортних засобів в їх межах зумовило збільшення чисельності автозаправних станцій. Проте питання граничної ємності території і можливості урбоекосистеми витримувати навантаження внаслідок підвищення щільності розташування подібних об'єктів підвищеної небезпеки є майже не

вивченими. Сучасна нормативна містобудівна документація регламентує локальні умови і обмеження будівництва автозаправних станцій і не передбачає виконання оцінки впливу на рівень екологічної безпеки урбанізованої системи в цілому, який суттєво відрізняється за особливостями структурної організації і технологічної схеми експлуатації станцій. Удосконалення нормативно-правової бази, яка має регламентувати будівництво автозаправних станцій потребує вивчення досвіду Європейського Союзу щодо законодавчого та практичного вирішення цього питання. Встановлення обмежень щодо кількості та місць розташування АЗС мають бути виконані шляхом розроблення містобудівної документації, що визначає планувальну організацію та розвиток території - детальні плани території. Методика розрахунку і оцінки екологічного ризику щільності розташування автозаправних станцій враховує ймовірність прояву на урбанізованій території вражаючих впливів станції, фізичну вразливість урбанізованої території від вражаючих впливів станції, просторову вразливість населення та його загальну кількість в межах урбанізованої території.

Список літератури

- 1.Аверін Г. В. Оцінка ризику виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки / Г. В. Аверін, В. М. Москалець // Охорона праці. – 2008. – № 6. – С. 17-21.
- 2.Верес О. М. Дослідження множини ризиків прийняття рішень в галузі екології / О. М. Верес, В. М. Голиш // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2010. – № 689. – С. 67-80.
- 3.Зеркалов Д. В. Наукові основи техногенно-екологічної безпеки [Електронний ресурс]: монографія / Д. В. Зеркалов, М. Д. Кацман, М. І. Адаменко та ін.; за ред. Д. В. Зеркалова. – Електрон. дані. – К.: Основа, 2014. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 512 Mb RAM; Windows 98/2000/XP; Acrobat Reader 7.0. – Назва з тит. екрана.
- 4.Козаченко Т. І. Геоінформаційне картографування техногенних загроз від потенційно небезпечних об'єктів / Т. І. Козаченко // Вісник геодезії та картографії. - 2012. - № 1 (76). - С. 14-25.
- 5.Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92. – К.: Держбуд України, 2002 – 138 с.
- 6.Орел С. М. Ризик. Основні поняття / С. М. Орел, М. С. Мальований. - Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. - 88 с.
- 7.Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів [Електронний ресурс]: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173 / Міністерство охорони здоров'я України. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96/page>. - Назва з екрана.
- 8.Устінова Е. І. Міське комунальне господарство: навч.-метод. посіб. / Е. І. Устінова, А. Є. Гай, О. О. Маріц [та ін.]. – К.: НАУ, 2008. – 116 с.

Модифікація властивостей сумішевих дизельних палив

Розглянуті властивості сумішевих дизельних палив з метиловими естерами жирних кислот. Визначено вплив хімічного складу МЕЖК на експлуатаційні та фізико-хімічні властивості сумішевого палива.

Палива на основі метилових естерів (біодизель) – можуть використовуватись у чистому вигляді, а у багатьох країнах світу додаються в різних кількостях у дизельне паливо. Найбільш поширеними рослинними культурами для виготовлення метилових естерів жирних кислот (МЕЖК) в світі є соя, ріпак, соняшник та пальма. Властивості палив отриманих з олій цих рослин найбільш вивчені. Але зазвичай для отримання МЕЖК різні країни використовують різну сировину, доцільну для свого регіону. Так в Європі це ріпак, у США – соя, в Індонезії та Малазії – пальмова олія, на Філіпінах – кокосова олія [1]. З кожним роком зацікавленість МЕЖК як компонентом палив зростає, проводяться дослідження, щодо селекції сортів або генетичної модифікації рослинних культур, спрямованих на введення в склад олій нижчих поліненасичених і насичених вуглеводнів для підвищення стабільності, а також на вкорочення жирнокислотних ланцюгів для покращення низькотемпературних властивостей. Зростає число нових технологій синтезу (з використанням твердих каталізаторів, застосування смол для фільтрування та осушки, подальша переробка та розділення для отримання аналогів реактивних палив). Крім цього постійно досліджуються нові джерела олій (таких як ятрофа, водорості, ферментативне виробництво тригліцеридів з целюлози), використання мікроорганізмів для прямого отримання метилових естерів з цукру і навіть отримання МЕЖК з мулу муніципальних стічних вод.

Для України традиційним джерелом тригліцеридів є соняшник або ріпак, ціна олій цих культур складає близько 20-22, 16-18 грн/кг відповідно. Але існують й інші види сировини. В Україні є значна кількість технічних жирів, які не можуть бути використані для виготовлення мила через невідповідність нормам за кольором, прозорістю, забруднення домішками та ін. Зокрема йдеться про суміш свино-яловичого жиру, що є відходом м'ясопереробки, курячий та риб'ячий жири. Такий жир можна використовувати як сировину для синтезу МЕЖК. У порівнянні з високоякісними рослинними оліями, вони мають невисоку вартість приблизна ціна таких жирів: свино-яловичий – 10грн , курячий - 12 та риб'ячий - 6 грн за кілограм.

Технічний свино-яловичий жир спалюється або закопується у могильники. Курячий та риб'ячий жири використовуються лише частково у якості домішок до кормів для тварин, інша, більша частина, може служити для виготовлення МЕЖК. За місяць українські підприємства отримують лише курячого жиру близько 1000 т [2].

МЕЖК та їх суміші використовуються на тому ж обладнанні, що і звичайні дизельні палива, часто без модифікацій та обмежень. Тому до МЕЖК та їх сумішам прийнятні ті ж характеристики палив та принципи, які стосуються двигунів та обладнання, що й для дизельних палив.

Довголанцюжкова вуглеводнева структура біодизеля з невеликою кількістю подвійних зв'язків (що повторює структуру природних олій та жирів, які є сировиною для його синтезу) і ефірні зв'язки з короткими ланцюгами спиртів, забезпечують високе цетанове число, хорошу змащувальну здатність (не за рахунок сірки, а в наслідок утворення граничного шару на поверхні тертя), біорозклад та низький рівень емісії шкідливих викидів. Відхилення спостерігаються за фракційним складом, в'язкістю, щільністю, кислотному числу, йодному числу, низькотемпературним властивостям. Але так як МЕЖК не використовується сам по собі, а лише в якості добавки до нафтового палива, Частина цих показників укладається в норми. Перш за все, це відноситься до в'язкості та щільності. Крім того, біодизель є досить сильною поверхнево-активною речовиною, можна вважати, що невелике перевищення цих показників на процеси сумішоутворення і горіння помітно впливати не буде. Спалювання МЕЖК в дизельному двигуні дає меншу кількість недопалених вуглеводнів, оксиду вуглецю та твердих частинок, ніж звичайне дизельне паливо. Показники МЕЖК залежать від декількох аспектів: від природи олії, а саме від її жирнокислотного складу, або від ступеня переробки олії, параметрів проведення процесу переестерефікації та якості очищення.

Хоча МЕЖК і мають багато властивостей подібних до нафтового дизельного палива, за деякими параметрами все ж поступають йому, завдяки своїй хімічній структурі. Проблеми виникають з такими показниками як окисна стабільність, низькотемпературні характеристики. Будь-який біодизель у чистому вигляді має досить високу граничну температуру фільтрованості, помутніння і застигання. Використання депресорних присадок є одним з найбільш ефективних способів покращення низькотемпературних властивостей біодизельних палив і розширення їх ресурсів. Полімери досить широко застосовують як депресорних присадок до палив і олів. Найбільшого поширення у нас в країні і за кордоном за останні роки знайшли такі присадки, як сополімери етилену з вінілацетату, одержувані при високому тиску, і сополімери акрилатів і метакрилатів. При додаванні полімерної депресорної присадки температура помутніння, застигання та гранична температура застигання знижуються. Цей ефект видно як на фракціях дизельного палива, так і на сумішевому дизельному паливі [3].

Сумішеві дизельні палива з додаванням МЕЖК з різної сировини мають властивості, що відповідають стандартам на дизельні палива.

Таблиця 1

Фізико-хімічні характеристики зразків сумішевих палив

№	Показники	ДП +МЕЖК з ріпакової олії	ДП+МЕЖК з курячого жиру	ДП+МЕЖК з соняшникової олії
1	Густина при 15 °С, кг/м ³ , в межах	835	845	840
2	Кінематична в'язкість при 40 °С, мм ² /с, в межах	3,1	3,5	3,2
3	Температура спалаху у закритому тиглі, °С, не нижче	55	55	55
4	Зольність, мас.%, не більш	0.01	0.03	0.01
5	Випробування на мідній пластинці (3 год. ± 5 хв. При температурі 50 °С)	1а	1а	1а
6	Кислотне число, мг КОН на г, не більш	0,3	0,5	0,7
7	Йодне число, г йода на 100г, не більш	40	69.59	40.99
8	Вміст сірки, мг/кг, не більш	22	50	23
9	Змащувальна здатність: діаметр сліду зношування за температури 60 °С, мкм	360	320	350

Висновки

Усунути деякі недоліки МЕЖК можна правильним підбором сировини, технології переробки, змішуванням з традиційним дизельним паливом та додаванням присадок.

Список літератури

1. Hoekmana, K. Review of biodiesel composition, properties, and specifications [Text] / K. Hoekmana, A. Broch, C. Robbins, E. Cenicerros, M. Natarajan // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. - №16. – С. 143 – 169.
2. Моніторинг ситуації у соціальній сфері в Україні за травень 2013 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.hiv.org.ua/UserFiles/новини/2013/М_2012_2007.pdf
3. Патент 105457 Україна, МПК(2006.01) C10L 1/08. Паливна композиція з покращеними низькотемпературними показниками / Шевченко О.Б., Данилов О.М., Данчук І.В., Каменєва В.М. (Україна); заявник та патентовласник Укр. держ. хім.-технол. ун-т. – №205146; заявл. 07.08.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. – 4с.

*Oleksandr Zaporozhets, Professor (National Aviation University, Ukraine)
Kateryna Synylo, PhD, Assistant Professor (National Aviation University, Ukraine)*

Large Eddy Simulations of exhaust gases jet from aircraft engine under idle operation conditions

The paper is aimed to assess of ground impact on structure and behavior of the jet from aircraft engine by using Fluent 6.3 and correspondingly to improve complex model PolEmiCa. Numerical simulation results of aircraft engine jets' parameters were compared with obtained results of complex model PolEmiCa.

1. Introduction

Aircraft emissions are of concern due to the expansion of air traffic over the years (a mean annual rate of 5 to 7%) and their potential impact on air quality in local, regional and global environments [1].

In 2012, aviation represented 13% of all EU transport CO₂ emissions, and 3% of the total EU CO₂ emissions. It was also estimated that European aviation represented 22% of global aviation's CO₂ emissions. Similarity, aviation now comprises 14% of all EU transport NO_x emissions, and 7% of the total EU emissions. In absolute terms, NO_x emissions from aviation have doubled since 1990, and their relative share has quadrupled, as other economic sectors have achieved significant reductions [2].

Analysis of inventory emission results at major European (Frankfurt am Main, Heathrow, Zurich and etc.) and Ukrainian airports highlighted, that aircraft (during approach, landing, taxi, take-off and initial climb of the aircraft, engine run-ups, etc.) is the dominant source of air pollution in most cases under consideration [3, 4]. Aircraft is special source of air pollution due to some features [5]. The most important one is a presence of exhaust gases jet, which can transport contaminants on rather large distances until 1000 m and sometimes even more [6].

The most part of LTO-cycle the aircraft is maneuvering on the ground (engine run-ups, taxing, accelerating on the runway), it is subjected to fluid flow that can create a strong vortex between the ground and engine nozzle, which have essential influence on structure and basic mechanisms (Coanda and buoyancy effects) of exhaust gases jet from aircraft engine. The wing mounted engines are operated in the so-called "vortex region" due to proximity to the ground.

Harvey&Perry [7] conducted the tests in a wind tunnel to study the interaction of a vortex pair with a free surface (no-slip and moving floor). It was found, that the primary vortices approach the ground leading to boundary layer formation (it is a subject to an adverse pressure gradient) [1]. The newly formed vorticity separates from the ground and consists a secondary vortex with opposite sign in regard to primary one. Then the second vortex wraps around the primary one and induces an upward velocity and causes primary vortices rebound from the ground. Ash et al. conducted numerical simulation of aircraft wake vortex transport near the ground by using a Reynolds turbulence model to examine cross wind

and atmospheric turbulence impact on ground effects. It was reported, that the ambient variables may have an essential influence on wake vortex behavior in terms of lifetime and hazard [8].

Evaluation of pollution concentration distribution due to the vortices circulation between the aerodrome surface and the operated aircraft is actual task for airport air quality studies.

2. Numerical simulation of aircraft engine jet near the ground

Numerical simulation of aircraft engine jet near the ground was conducted using Fluent 6.3 for engine PW4152 of the aircraft A-310. Nozzle diameter of the aircraft engine exhaust $D = 2.48$ m, the height of engine installation h_{EN} above the ground – 1.8 m. This investigation was aimed for improvement of complex model PolEmiCa via obtaining and further implementation in the model of the solutions of the following tasks:

- understanding of aspects of the fluid mechanics and emission source dynamics behind an aircraft engine;
- investigation of the physics and characteristics of ground vortices in jets, which are generated between the ground and the aircraft engine nozzle, up to the moment of transport of the air pollution by wind;
- assessment of the ground surface impact on the flow structure, parameters and basic mechanisms of jets;
- comparison of modeled and measured concentration in the exhaust gases jet using the results of experimental investigation in Dresden airport.

For these tasks a three-dimensional model of a jet was generated in Fluent 6.3 using Large Eddy Simulation (LES) method, which allows revealing the unsteady ground vortices and turbulence characteristics of fluid flow, investigate transient parameters of hot gases in jet and their dispersion. LES provides an approach inside which large eddies are explicitly resolved in time-dependent simulation using low-pass filtered Navier-Stokes equations [9]. The smaller eddies are modeled through a filtering process due to their universality and their lesser influence on the fluid flow. Smagorinsky's sub-grid model was set to model the smaller eddies (fluctuation component of instantaneous velocity of modeling fluid flow) that are not resolved in the LES.

On the basis of estimated of the jet length S_j and jet expansion radius R_B , the computational grid (using the preprocessor Gambit 3) was built with following sizes: length – 160 m, width -16 m, height – 16 m.

The computational domain is represented by a combination of cylindrical and parallelepiped regions. This configuration was selected to simplify the problem and optimize the mesh distribution where it is needed mostly (i.e. near the engine exhaust and ground surface). The computational domain was divided into few subvolumes to be able to control the mesh precisely. The zone of ground vortices formation – between ground surface and aircraft engine exhaust nozzle – is characterized by structured mesh with higher resolution, with aim to investigate the ground vortices generation processes and basic mechanisms of boundary layer formation, ground surface impact on fluid flow mechanics and particularly Coanda effect occurrence. Zone of engine nozzle exhaust is discretized using a very fine

structured mesh to capture the jet development pattern and its vortices structure. According to estimated jet expansion radius RB one computational subvolume differs from others in high resolution of mesh in vertical direction. Such strategy is caused by buoyancy effect research. The remaining zones of the computational domain are represented by an unstructured grid.

According to measurement campaign at Dresden airport for PW4152 engine of the aircraft A-310 under idle operation mode, the following boundary conditions were specified to the boundaries of the computational domain of jet flow field:

10. The nozzle section of aircraft engine exhaust at which jet hot gases enter to computational domain is set as a “*velocity inlet*” with velocity magnitude 60.4 m/s and temperature 338 K (low idle mode of engine operation);

11. The computational surfaces adjacent to the engine section at which ambient conditions (wind velocity, wind direction and temperature) enter to computational domain is also set as “*velocity inlet*” with wind velocity 10.27 m/s and wind direction 0° (normal to boundary). The co-flow is across the domain with overall temperature 277 K;

12. The external lateral surfaces of computational domain at which ambient conditions (wind velocity, wind direction and temperature) are set as “*velocity inlet*” also: wind direction and velocity were defined by velocity specification method, X-component of flow direction = 1;

13. The ground surface, which is corresponding to the bottom of the computational domain, is set as “*wall*” implying a non-slip condition for velocity and with temperature 277 K. To evaluate the phenomenon of ground vortices formation between the aircraft engine exhaust and restricted surface the boundary conditions on ground surface cannot be considered anymore as a “*wall*”.

14. The computational surface opposite to the aircraft engine exhaust nozzle, at which flow field (mixture jet and ambient air) leaves computational volume, was set as “*pressure-outlet*”.

All the calculations were made with a second order discretization.

3. Modelling results

Proceeding of the obtained modeling results allow to identify the main mechanisms of exhaust gases jet development near the ground:

- velocity decay of the jet is directly proportional to the distance from aircraft engine nozzle, fig.1, 2;
- pushing down and clinging of the jet to the ground due to the Coanda effect. As the velocity further away from the jet exhaust decays, the clinging effect decreases and buoyancy takes over and rise up the jet from the ground, fig.1,2.

The found trend of the behavior is agreed with Shapr & Vyas [10] studies, that the flow clings to the ground for large distance before buoyancy arise and causes the jet lift above the ground.

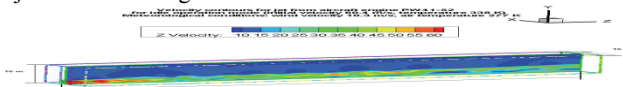


Figure 1. Velocity contours of exhaust gases jet from aircraft engine PW 41-52

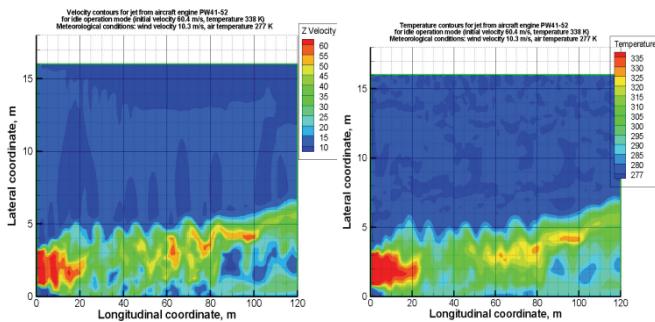


Figure 2. Velocity (a) and temperature (b) contours of exhaust gases jet from aircraft engine PW 41-52 under idle operation mode

Comparison between Fluent 6.3 numerical results and semi-empirical jet model calculations (used by complex model PolEmiCa) for real PW4152 engine under idle operation conditions ($U_0 = 60.4$ m/s, $T_0 = 338$ K) and same ambient conditions ($U_w = 10.27$ m/s, $\psi = 0^\circ$, $T_A = 277$ K) show that buoyancy effect parameters of exhaust gases decrease three times for wall jet, tab. 1. And the difference between appropriate longitudinal coordinate of buoyancy effect is near to 20%.

Table 1

Comparison of calculated parameters of the jet from PW4152 engine by Fluent and complex model PolEmiCa for idle operation mode

№	Model	Buoyancy effect		Longitudinal coordinate of jet axis X_A , m
		Height of jet rise Δh_A , m	Vertical coordinate of jet axis Z , m	
1	Mesh №1, Fluent 6.3	2.9	4.7	85
3	PolEmiCa	8.2	10	68

Conclusions:

The found difference is explained by absence of the account of ground surface impact on jet structure in complex model PolEmiCa that may lead to overestimation of the height (near to thrice!) and underestimation of longitudinal coordinate of buoyancy effect.

References

- ICAO Environmental Report 2013. Aviation and Climate Change. – 2012 p. // <http://cfapp.icao.int/Environmental-Report-2013>.
- EEA, 2014, Transport and Environment Reporting Mechanism 2014
- Celikel A, Duchene N, Fuller I, Peters S. Airport local air quality studies: concept document. EUROCONTROL Experimental Centre EEC/SEE/2005/003
- Environmental Statement 2005. Environmental Protection and Management at Frankfurt Main Airport. – Fraport AG, 2005. – 55–59 p.
- Zaporozhets O. POLEMICA – tool for air pollution and aircraft engine emission assessment in airport / O. Zaporozhets, K. Synylo // The Second World Congress “Aviation in the XXI-st century”. – Kyiv: National Aviation University, 2005. – P. 4.22–4.28.
- Zaporozhets O.I. Outcomes of research of unfavorable conditions of air contamination by effluents of harmful substances from aircraft engines // Problems of environment protection in civil aircraft productions авиации. - Kyiv: KIECA, 1989. - P. 13-17.
- Harvey, J. K. & Perry, F. J. 1971 Flow field produced by trailing vortices in the vicinity of the ground. AIAA J., 9(8), 1659-1660.
- Ash, R. L., Zheng, Z. C., & Greene, G. C. 1994 Cross wind effects on turbulent aircraft wake vortices near the ground. In 25th AIAA Fluid Dyn. Conf., AIAA 1994 – 2381, Colorado Springs, CO
- Pope, S. Turbulent Flows – Cambridge University Press, 2000.
- Sharp, J.J., Vyas, B.D. 1977 The Buoyant Wall Jet, Vol.63, Part 2, pp.593-611.

*В.В. Коваленко, к.б.н., доц.,
О.М. Тихенко, М.О. Недбай,
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

Основні принципи контролю рівнів електромагнітних полів та їх нормування

У роботі розглянуто особливості контролю та нормування рівнів електромагнітних полів. Проаналізовано особливості визначення електромагнітної обстановки всередині будівель та на територіях населених пунктів.

Проблематика контролю та нормування рівнів електромагнітних полів є на сьогоднішній день актуальною з двох причин – вдосконалення вимірювального обладнання та отримання нових наукових даних щодо біологічної дії цього фізичного фактору [1, 2].

Важливим аспектом проблематики є різні підходи до визначення впливу електромагнітних полів та випромінювань на людей у національних та міжнародних нормативах [3].

У галузі вимірювань фактичних рівнів електромагнітних полів можна виділити два окремі напрями робіт, які суттєво відрізняються за методологією. Це контроль електромагнітної обстановки усередині приміщень, особливо виробничих, та на територіях населених пунктів.

Методика вимірювань рівнів електромагнітних полів усередині будівель повинна розроблятися з урахуванням кількох факторів:

- якісного та кількісного складу електричного та електронного обладнання в приміщенні та будівлі в цілому;
- відстаней від джерел поля до контрольних точок;
- електрофізичних властивостей будівельних матеріалів споруди та наявності феромагнітних поверхонь великих площ;
- зовнішніх впливів на електромагнітну обстановку у приміщеннях.

Характеристики обладнання та його кількість впливають на електромагнітну обстановку прямо та опосередковано. З одного боку, рівні електромагнітних полів залежать від потужності усіх технологічних пристроїв. Але це стосується, в основному, джерел з лінійними вольт-амперними характеристиками. Наприклад, для потужного електроприводу, нагрівальних приладів тощо, достатньо виміряти рівні магнітного та електричного поля промислової частоти. Але нелінійні електроспоживачі спричиняють такий же ефект, тобто генерують гармоніки електроструму промислової частоти і відповідні поля. У багатьох випадках поля цих гармонік порівнянні або вищі за поля основної частоти [4].

У таких умовах обов'язковим є вимірювання напруженостей полів гармонік, що потребує спеціального обладнання. Це обумовлене тим, що електромагнітні поля частотою 150 Гц і вище мають інші гранично допустимі рівні. Такі гармоніки (їх поява) залежать від внеску нелінійних споживачів у

загальне електронавантаження. Критичним воно стає, коли потужність нелінійних електроспоживачів стає більшою за 15% від загальної потужності.

Враховуючи обмежені площі приміщень важливими є відстані точок вимірювань від технічних засобів. Наведене обумовлює необхідність проведення більшої кількості вимірювань. Тобто, за високої однорідності електричного і магнітного поля кількість контрольних точок (серія вимірювань) у кілька разів менша за умови значних змін поля у просторі. При цьому доцільно нормативно зафіксувати методичні особливості вимірювань не тільки з урахуванням просторової структури поля, а й розмірів його джерела, як це зроблено, наприклад, у санітарних нормах для комп'ютерної техніки.

Відомо, що відбивальні та поглинальні властивості будівельних матеріалів суттєво впливають на електромагнітну обстановку у приміщеннях. При цьому такий вплив неоднозначний – поряд зі зниженням зовнішніх впливів, високі коефіцієнти відбиття можуть бути причиною підвищення електромагнітного фону внаслідок перерозподілу височастотних випромінювань.

Тобто, майже в усіх випадках крім прямих натурних вимірювань необхідне проведення ідентифікації джерел електромагнітних полів. Основою для ідентифікації може бути підхід, запропонований у дослідженні [5].

Особливостями визначення електромагнітної обстановки на територіях населених пунктів є:

- необхідність проведення вимірювання на великих площах;
- неможливість у багатьох випадках ідентифікувати джерела поля;
- залежність електромагнітної обстановки від пори року, дня тижня, часу доби, що обумовлене різним електричним навантаженням на лінії електропередачі, розподільчі пристрої тощо;
- наявність так званого «електромагнітного шуму» притаманного містам з великою кількістю електричного транспорту;
- невизначеність чинних національних нормативів щодо гранично допустимих рівнів впливу електромагнітних полів на населення та території житлової забудови.

Серії вимірювань на окремих територіях на сьогоднішній день не нормовані через різну щільність розташування та взаємну орієнтацію джерел електромагнітних полів. Враховуючи їх різний якісний та кількісний склад вважаємо за необхідне розроблення на основі критеріального підходу певного алгоритму електромагнітного моніторингу.

Для отримання достовірної інформації вимірювання необхідно виконувати у різні пори року, дні тижня, тощо.

Низка досліджень свідчить, що суттєвим чинником впливу на електромагнітну обстановку великих міст є електричний транспорт. Але критичність такого впливу щодо внеску до електромагнітної обстановки не встановлено, а його значення, на відміну від виробничих умов, не нормуються.

Суттєвою проблемою є недосконалість нормативної бази з гранично допустимих рівнів електромагнітних полів на території житлової забудови. На сьогоднішній день нормуються рівні електричних полів промислової частоти,

які не змінюються за постійного складу джерел поля. Але рівні магнітних полів залежить від величин електричного струму у момент вимірювання, тобто є величинами змінними. На сьогоднішній день за межами приміщень нормуються магнітні поля кабельних ліній електропередачі, гранично допустимі рівні яких наведені у відомчому нормативі [6] як тимчасові. Але їх значення значно перевищують вимоги усіх сучасних нормативів більшості країн і не розповсюджуються на інші джерела поля.

Окремого розгляду потребують визначення інтегральних електромагнітних навантажень на середовище. Особливо актуально це для виробничого середовища за наявності зовнішніх та внутрішніх джерел поля.

Висновки

Отже, в умовах зміни якісного та кількісного складу джерел електромагнітних впливів на працюючих нагальною задачею є розроблення і затвердження методик вимірювання електричного, магнітного полів та щільностей потоків енергії від усієї номенклатури їх джерел. А також необхідно провести комплексні дослідження, які б надали однозначну методика визначення електромагнітного навантаження на виробниче середовище незалежно від кількості та технічних характеристик джерел електромагнітних полів та випромінювань.

Список літератури

1. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань: ДСН 239-96.-К.: МОЗ України, 1996. – 28 с. – (Державні санітарні норми України).
2. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: Д Сан Пін 3.3.6.096-2002. [Чинний від 2003-01-04]. – К.: МОЗ України, 2003. – 16 с. – (Державні санітарні норми України).
3. Коваленко В.В. Сучасні підходи до нормування електромагнітних випромінювань / В.В. Коваленко, О.М.Тихенко // XXIII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства». Матеріали конференції – Кременчук: КрНУ, 2016 – С. 161–162.
4. Глива В.А. Методологія визначення рівня електромагнітного навантаження на виробниче середовище / В.А. Глива, Т.М. Перельот // Проблеми охорони праці в Україні. – 2014. – Вип. 28. – С. 91 – 95.
5. Кирпанев А. В. Электромагнитное поле: теория идентификации и её применение / А.В. Кирпанев, В.Я. Лавров. – М.: Вузовская книга, 2012. – 278с.
6. Розрахунок електричного і магнітного полів лінії електропередавання Методика.: СОУ-Н ЕЕ 20.1179:2008. - [Чинний від 20.10.2008]. – К: 2008. - 33с. Нормативний документ Мінпавлиенерго України.

O.Yu. Shepel
(National Aviation University, Ukraine)

Biomethane - the "green" energy for road transport

Production of ecological fuel for road transport using alternative energy sources is becoming increasingly important for any country that seeks not only to reduce its energy dependence on other countries, but also to protect the environment from the negative effects of man-made.

Introduction

The transport sector is currently a global factor of exhaustion of the world's non-renewable resources, the formation of sources of pollution of the planet and its climate change. It is necessary to take into account all automakers who want to run the further development of the global vehicle market, evaluating its strategic direction among the alternatives of environmentally friendly and energy-efficient vehicles of the future. One of the most pressing and promising areas is much greater diversification used in transport fuels. Although oil will remain in the coming years, the dominant source of energy in the transport sector, but it is very important is the analysis of the situation in the future with the increasing use of alternative fuels with good environmental and economic perspectives.

Today, renewable energy investing not only oil giants such as British Petroleum, and of Shell, but also companies that are not directly related to the energy sector, for example, Toshiba, General Electric, Mitsubishi. The US Department of Energy announced a priority for funding a number of biorefineries, providing for it from the federal budget in excess of \$ 2 billion. In fact, it is the recognition of renewable energy as an investment profitable and promising industry.

Solution of the topic

Currently, there is a special program of Advanced Motor Fuels (AMF), implemented under the auspices of the International Energy Agency (IEA), which includes research projects on various alternative fuels, including those derived from renewable energy sources. The program is implemented in order to improve the characteristics of fuel used in the transportation sector.

During the calculations it is advisable to compare all available today with unconventional fuels, including biofuels, for the possibility of their complex comparative analysis of the methods evaluating the full life-cycle, taking into account all of the ecological balance - lifecycle assessment (LCA). First of all fuels are compared with each other according to their specific heat of combustion, showing how the amount of heat released by the complete combustion of fuel mass of 1 kg. The specific heat of combustion is usually measured in MJ/kg. The larger the specific heat of combustion, the less specific fuel consumption at the same magnitude of the efficiency of the engine, and other things being equal. There is, as the supreme and inferior calorific value fuel. Under the higher are the total amount of heat that is released during the complete combustion of substances, including the heat of condensation of water vapor while cooling the combustion products. In practice, as a

rule, not possible to cool the combustion products to complete the condensation, and therefore for comparison using the concept of motor fuels without excluding heat of condensation of water vapor. When comparing vehicles that run on different fuels, assessment is made not only for the energy efficiency of motor, but is analyzed, also, the full life cycle of fuel. It is called WTW-analysis (eng. Wellto-wheel) means a full assessment of ecological balance, produced by all major and related processes, ie this analysis includes an assessment of total emissions to the atmosphere, calculated in grams (in CO_2 - equivalent) 1 MJ of final energy, which is generated by the fuel consumption in the engine specific vehicle of a certain type, taking into account the entire the fuel chain movement.

Typically, such an analysis consists of two parts, first when making calculations the sum of all emissions that result from transporting a specific volume of the primary energy source WTT (eng. Well-to-tank). Then analyze all the emissions that are produced by the consumption of fuel for the vehicle TTW (eng. tank-to-wheel).

Currently biomethane - is one of the most acceptable alternative fuels. It, also, is the best of all biofuels in terms of the carbon cycle in nature and has the highest output of clean energy.

Biomethane largely corresponds to the natural gas, primarily on the percentage of methane, the amount of which it ranges from 95 to 98% by volume. Biomethane as motor fuel has a high calorific value of 50-55 MJ / kg and an octane number - 110, that exceeds similar characteristics of gasoline, which are respectively 44 MJ/kg and 72-85.

Compared with the oil motor fuel biomethane has a higher knock resistance, which allows internal combustion engines to reduce the concentration of harmful substances in exhaust gases and reduce the amount of deposits in the engine.

Biomethane is produced through a process called anaerobic digestion. The three main steps in anaerobic digestion are hydrolysis, acidogenesis, and methanogenesis which are shown in Figure 1.

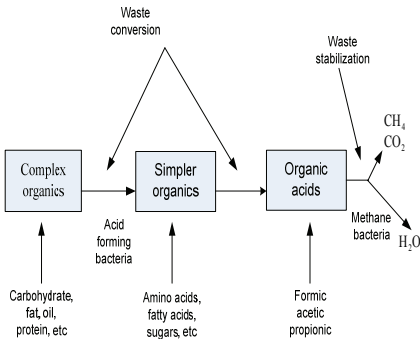
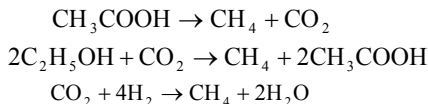


Fig.1 This diagram shows the process of anaerobic digestion to produce biomethane

Hydrolysis: The first step, hydrolysis, takes input materials, which are renewable and come from organic waste, and breaks down insoluble organic polymers within the material [3]. These organic polymers are then converted into soluble molecules, which are made available for other bacteria as shown in Figure 1. Some examples of hydrolysis include lipids to fatty acids, protein to amino acids, and nucleic acids to purines or pyrimidines. The hydrolysis process is of great importance because it determines the amount of methane being produced, also known as the limiting reactant. The way most companies achieve higher production is to add other chemicals to enhance the process and produce more methane.

Acidogenesis: In acidogenesis, the second stage displayed in Figure 1, acetogenic bacteria convert the products of the first phase into simple organic acids, carbon dioxide and hydrogen. Some examples of acids produced are acetic acid, propionic acid, and ethanol.

Methanogenesis: Finally, in the third stage, bacteria called methanogens produce the methane that will be used as fuel in two ways. Primarily, methanogens split acetic acid into carbon dioxide and methane as shown in the first equation. The carbon dioxide is then used to react with ethanol to create more methane and acetic as presented in the second equation. The second way methane is produced is by reacting carbon dioxide with hydrogen molecules to create methane and water as displayed in equation three.



After the process of anaerobic digestion is complete, the next step is to extract the methane from the carbon dioxide, water vapor and other impurities to create the biogas. This process uses a two-membrane module system that will split each solution into two streams. In the first membrane the module splits the gas into methane and the other impurities. The second module is able to extract any additional product from the impurities and then separate the methane and impurities from each other. The purpose of the second module is to obtain the most amount of product and to allow the methane to be as pure as possible. In conclusion, the process of anaerobic digestion creates methane and a few other byproducts that are then separated through a two-step procedure to create the final product of biomethane, which will be used as fuel source for vehicles.

It is worth noting that by the use of biogas for fueling motor vehicles means more stringent demands on the quality and composition of the gas. In view of this, the biogas must be cleaned of impurities. Consider, as an example, the installation of the combined cleaning of biogas, designed to enrich the biogas to biomethane condition (90-95% methane) (Figure 2).

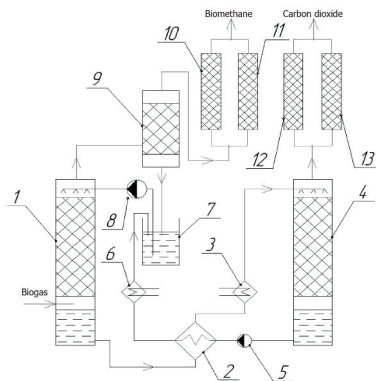


Fig. 2 Installation of the combined cleaning of biogas

Precompressed initial of biogas containing carbon dioxide of $30 \div 50\%$ saturated with moisture and fed to the absorber 1, where a result of the excess pressure required for the process, and the washing water biogas carbon dioxide dissolves in water. By overpressure water with dissolved carbon dioxide is supplied to the recuperative heat exchanger 2, then into the heater 3, where it is heated to the temperature required for the regeneration water, and sprayed in the stripper 4. In stripper 4 is maintained at the pressure of $3 \div 11$ kPa. Under the influence of differential pressure and temperature of carbon dioxide is desorbed from the water. Next, is making a deep cleaning and drying of the carbon dioxide in the adsorbers 12 and 13, which are working alternately.

Water, which was regenerated sent into pump 5 is pumped into the regenerative heat exchanger 2, then to the heat exchanger 6, where the water is cooled to $15 \div 20$ °C and sent to an intermediate tank 7, where cooling water is pumped to the absorber 8. Purified from carbon dioxide in the absorber 1 biogas fed into a separator 9 where throttling occurs as a result of partial condensation, thus reducing the load for the adsorbers 10 and 11. After the separator 9 biogas enters the deep cleaning and drying to a state of bio-methane ($90 \div 97\%$ methane) in the adsorbers 10 and 11 working alternately. When one of the adsorbers, such as 10 (or 12) is in the deep cleaning and drying gas mode, the second adsorber 11 (or 13) is in the adsorbent regeneration mode. Then, after a certain time adsorber is converted into mode deep cleaning and drying gas mode, and saturated adsorbent - into the regeneration mode.

Simultaneously with the carbon dioxide in the absorber also is dissolving hydrogen sulfide, mercaptans, ammonia, dust. These substances after water pressure drop is removed from system. Another advantage of this technology is the high flexibility - depending on the content CO_2 in the crude gas can control the pressure, temperature, and installation performance (40 to 100%).

Conclusions

Biomethane is an alternative energy that is not only renewable, but also has several positive impacts on the environment. For example, gasoline, the most commonly used vehicle fuel, produces 164g of carbon dioxide equivalent emissions are released per kilometer. Biomethane, on the other hand, releases only 5g eq./km

Biomethane production will create conditions for an objective substantial and sustainable reduction of the negative impact of road transport on the environment, which will contribute to solving global environmental problems such as climate change, acid rain, soil degradation, and others.

References

1. Petrov R.L. 2014. Environmental assessment of the global vehicle and forecasts, *Journal of Automotive Engineers* 6 (89): 54-58
2. Nedji P.A.; Ngadje T.N., Ibe K.A.; Abara E.A. 2009. Biomethane from biomass as renewable ecological fuel source: *Proceedings of the universities. Food technology* 1: 119-121
3. Kapustyn A.A.; Denisov V.N. 2009. Autotransport complex and the problems of the environmental situation in metropolitan areas: *Human world* 1: 80-93
4. Idigenov A.B.; Filatov M.I.; Idigenov A.B. 2013. Installations of the combined cleaning of biogas: *Bulletin SGTU* 2(71): 94-101
5. Justin Traino, Summer Jiries. 2014. Biomethane: an economical and sustainable alternative vehicle fuel source: *Session A5 Paper* 4040 1-7 www.pitt.edu/~sej31/4040.pdf

*K.V. Zhurbas,
O.M. Husiev, K.O. Ulianova
(National Aviation University, Ukraine)*

Bioaspects of aviation activity: Identification of threats and risks in modern world under the ecosystem approach

Harmful impacts as a result of aviation objects operation, intense sources of pollution and safety criteria of aviation facilities as a source of severe environmental impact are considered.

Now in Ukraine there are about 14 major airports, which operate and maintain the aircrafts. Airports "Boryspil", "Kyiv", "Odessa" and "Lviv" have the largest passenger traffic. Compared to European countries, aviation is a quite bit segment in the total transport infrastructure. However, it has great potential and its impact on the environment is significant.

Today the steady growth in air traffic causes pollution from aviation fuel combustion. The average duration of these pollutants staying in the atmosphere is about 2 years. Harmful substances that emitted by aviation transport are approximately 40% of all atmospheric emissions. Besides the impact of noise, electromagnetic pollution as well has a negative impact. In this regard, the search for new solutions is important to reduce the impact of air transport on the environment.

The **ecosystem approach** (EA) is a strategy for the integrated management of land, water and living resources that promotes conservation and sustainable use in an equitable way. It recognizes that humans, with their cultural diversity, are an integral component of ecosystems. According the Operational Guidance of EA functional biodiversity in ecosystems provides many goods and services of economic and social importance. Management of natural resources, according to the EA, calls for increased intersectoral communication and cooperation at a range of levels (government ministries, management agencies, etc.) [1].

The term "aircraft" means for us two things: the plane and airport. It is a place where in fact the plane goes on a journey (airport). However, we are somewhat mistaken. Airport - is a versatile transport company, which is part of the ground air transport system that provides takeoff and landing aircraft and their ground handling, reception and departure of passengers, mail and cargo.

Currently, the concept of aviation and air transport were virtually synonymous, as air transport is only aircraft heavier than air. They are: vehicles; aircraft and helicopters; railways: air corridors; signaling and control: aviation beacon, dispatch service; transport hubs: airports.

Effects of electromagnetic waves on living organisms are complex and poorly understood. From this perspective, sensitive organisms and territories are both indicators of impact and bioaspects in terms that address activities (excluding the impact on housing and person). Interacting with organisms electromagnetic

waves partly reflected and partly absorbed and distributed them. The degree of influence depends on the energy absorption of body tissues, the frequency of the waves and the size of biological objects.

Air ships pollute surface layers of atmosphere with exhaust gases near airports and aircraft engines upper atmosphere at an altitude cruise. Exhaust gases of aircraft engine account for 87% of all emissions of Civil Aviation, which also include atmospheric emissions of motor transport and stationary sources.

Ukrainian airports carry out environmental impact through the stationary sources of direct and indirect influences, which are located at the base of aviation engineering, air terminal complex on the forecourt, warehouses, fuel and lubricants, boilers, waste incineration plants. Number of pollutants, which fell in 2000 emissions from stationary sources in airports amounted to 23,100 tons. However, emissions of pollutants fleet consume large quantities of oxygen.

In civil aviation aircraft factories and airports have special vehicles with the most intense sources of pollution of natural water. Wastewater aircraft repair companies and airports are composed of industrial and household waste water and runoff. [2].

It is also important to consider the airport infrastructure influences as an integral part of aviation industry. At the same time, today more than ever, great threat to the existence of species and ecosystems. According to conservative estimates scientists modern biological diversity has 14 million species.

According to the World Conservation Union from 1600 to 1975, disappeared from the face of The Earth 74 species and 86 subspecies of birds (1.23%), and 63 species and 44 subspecies (1.43%) mammals. Death of 75% of mammal species and 86% of bird species associated with human activities. As a result of human activities on biodiversity loss and destruction of natural landscapes immediate extermination make annually about 10 thousand species. Every year the green biomass on the planet becomes smaller by 1.6%. Over 20 years have lost 54% of poultry litter. After 20 years, the number of species of butterflies will be reduced by 70%. These facts talks about the alarming rate of extinction of species of animals and plants.

In 2010, Parties to the Convention on Biological Diversity (CBD) adopted the Strategic Plan for the conservation and sustainable use of biodiversity for the period 2011-2020. Convention on Biological Diversity calls on all parties to develop a national strategy and action plan for the conservation of biodiversity in order to ensure achievement of the objectives of the Convention at all levels and in all sectors of the economy of each country (Article 6).

National Strategy for Biodiversity reflects the concept of the country's biodiversity and broad policy and institutional measures that the country spends to achieve the objectives of the Convention, and the action plan includes specific measures to be taken to achieve the targets of the strategy.

The strategy should include ambitious but achievable and measurable national targets developed under the targets for conservation and sustainable use of biodiversity. Strategy and action plan developed by each Party in accordance with national characteristics and capabilities. It is imperative to ensure a rapid involvement of all sectors whose activities impact on biodiversity. This is exactly

what is meant by "mainstreaming" - all stakeholders involved in the conservation and sustainable use of biodiversity.

Land degradation is also a relevant and important problem for Ukraine. The development of natural and anthropogenic influence on the soil quality requires detailed assessment and identification of risks of their degradation despite significant agricultural orientation of the country. Large scale of territories, lack of the soil state research and vegetation research, obsolescence and not always satisfactory quality of archival materials cause the application of multispectral satellite images for the evaluation of potential land degradation. Using this technique to evaluate the area of airport, processing primarily involves identifying indicators of land degradation for mapping of the region. As supporting geospatial data required - digital terrain maps and soil characteristics, climatic parameters.

The situation of the modern landscape has undergone significant anthropogenic influence. In the vicinities of the airport facilities territory the landscapes transformed business activities or anthropogenic are dominated. Among the spread landscapes are urban, agriculture, wood and others. The percentage area of natural elements is below average (21-30%). As a result, air transport net causes significant erosion of soil, water bodies and the atmosphere pollution, and escapes significant emissions of various pollutants. The specificity of the impact is air transportation. Additionally air transport reaches large noise level and also leads to electromagnetic pollution. It caused by radar and radio navigation equipment of the airport and aircrafts.

The development of natural and anthropogenic influences on the ecosystem requires detailed assessment and identification of risks of its components of whole system degradation. Large scale of territories, lack of the soil state research and vegetation research, obsolescence and not always satisfactory quality of archival materials cause the application of multispectral satellite images for the evaluation of potential land degradation.

The important tasks for Ukrainian airport include reduction of emissions from aircrafts and ground transport, especially noise pollution, air pollution and oil leakages into soil and groundwater. There should be implemented an ecosystem approach to provide the sustainability of anthropogenic and natural environment. Ecosystem approach allows using the integrated management of land, water and living resources that promotes conservation in an equitable way. In addition, it includes an effective waste management and implementation the green logistics.

References

1. Конвенція про біорізноманіття: Екологічний підхід//URL: <https://www.cbd.int/ecosystem/> (дата звернення 27.04.2017).
2. Загоруй Я., За технологічний прогрес платить природа: вплив авіації на довкілля//ХайВей: веб-сайт. Дата оновлення: 05.01.2006. URL: <http://h.ua/art.php?id=5788>.

Можливості використання сучасних БПЛА для інженерно-геодезичних вишукувань

Останнім часом з'являється велика кількість публікацій які присвячені використанню безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для вирішення топографічних завдань. Такий інтерес викликаний простою їх експлуатації, економічністю, відносно невисокою вартістю та оперативністю. Перераховані якості і наявність ефективних програмних засобів автоматичної обробки матеріалів аерофотозйомки відкривають можливості широкого використання безпілотної авіації в практиці інженерно-геодезичних вишукувань

У світі і віднедавна в Україні, безпілотні літальні апарати застосовуються в геодезичних вишукуваннях при будівництві, для складання кадастрових планів промислових об'єктів, транспортної інфраструктури, селищ, дачних масивів, в моніторингу різних об'єктів, в маркшейдерії для визначення обсягів гірничих виробок і відвалів, для створення карт, планів і 3D-моделей міст і підприємств.

Безпілотні літальні апарати з'явилися в зв'язку з необхідністю ефективного вирішення військових завдань - тактичної розвідки, доставки до місця призначення бойових озброєнь (бомб, торпед та ін.), координування бойовими діями та інших. І не випадково першим їх застосуванням вважається доставка австрійськими військами бомб до блокадної Венеції за допомогою повітряних куль в 1849 році. Потужним імпульсом в розвитку БПЛА послужила поява радіотелеграфу і авіації, що дозволило істотно поліпшити їх автономність і керованість.

Сучасні БПЛА бувають літакового і вертолітного типів (вертольоти і мультикоптери - літальні апарати з чотирма і більше роторами з несучими гвинтами) і вже активно застосовуються в мирних цілях. Однак тон в розробках нових безпілотних повітряних систем сьогодні задають військові. Наразі йдуть роботи над створенням нових БПЛА з великою тривалістю польоту, важких апаратів, здатних вирішувати завдання в найважчих умовах. Ведуться розробки БПЛА, призначених для знищення балістичних ракет, безпілотних винищувачів, мікродронів, здатних діяти великими групами.

Роботи над створенням БПЛА ведуться в десятках країн світу, в цьому напрямку працюють тисячі приватних компаній, найпередовіші їх розробки потрапляють в руки військових.

У сучасних ринкових умовах, щоб бути конкурентоспроможними, необхідно вміти оперативно і якісно розробляти проекти будь-якої складності. Для розробки проекту будівництва або реконструкції необхідно виконувати ряд умов. Одним з найважливіших умов є виконання інженерно-геодезичних вишукувань, результатом яких є створення топографічного плану заданого

масштабу і точності. І чим якісніше виконані дослідження, тим успішніше буде виконаний проект.

Найсуттєвіша проблема при виконанні інженерно-геодезичних вишукувань, це терміни виконання робіт. Вони, як правило, завжди стиснуті, і кожна організація прагне не вийти за часові рамки, що загрожує штрафними санкціями, а виконати весь обсяг робіт в терміни, при цьому не втратити в якості. Для того щоб знизити терміни виконання робіт, потрібно максимально, наскільки це можливо, автоматизувати працю геодезистів.

В наш час на ринку існує безліч обладнання, таких як: електронні тахеометри, GPS приймачі, лазерні сканери, а також програмне забезпечення для обробки даних. Все це спрощує і прискорює виконання робіт, але іноді і цього буває недостатньо.

Іншою, доволі поширеною проблемою є невідповідність рельєфу і ситуації з місцевістю після попереднього трасування по картах масштабу 1:25000 або 1:50000, тому що карти даного масштабу майже не оновлюються. У зв'язку з цим доводиться чекати, поки буде виконана топографічна зйомка більшого масштабу. Наземним методом це відбувається не так швидко.

Одна з технологій, що дозволяє частково вирішити описані вище проблеми – аерофотознімання. На сьогоднішній день аерофотознімання активно розвивається завдяки появі БПЛА, що дозволяє обійти більшість описаних ускладнень і видати попередній результат вже на наступний день, а остаточний – через якийсь час, але набагато менший в порівнянні з часом, витраченим на виконання геодезичних вишукувань наземним способом.

Наземна топографічна зйомка в даний момент є найбільш поширеним методом для отримання високоточної інформації про місцевість. Використовуючи мережі базових станцій ГНСС в режимі реального часу (RTK), або методом тахеометричної зйомки, геодезист може виконати вимірювання сотень точок в день. Технологія отримання точної цифрової моделі місцевості складається з двох основних етапів: отримання зображень і їх обробки.

Отримання аерофотознімків виконується з використанням компактного і надлегкого безпілотного літального апарату, оснащеного цифровою камерою з високою роздільною здатністю, встановленою на борту літака. Політ виконується повністю в автоматичному режимі – від зльоту до посадки. Наземна контрольна станція управління використовується для запуску, управління польотом і процесом зйомки.

У разі виникнення нештатної ситуації станція дозволяє оператору негайно втрутитися, перервати політ і автоматично повернути і посадити літак на місце запрограмованої посадки. Отримані набори даних являють собою зображення, прив'язані до розпізнавальних знаків. Розпізнавальні знаки закладаються і прив'язуються до пунктів державної геодезичної мережі за допомогою GPS обладнання методом супутникових спостережень. Кількість зображень залежить від розміру робочої області і необхідного дозволу.

На етапі обробки зображень ці дані за допомогою спеціального програмного забезпечення перетворюються в цифрову модель місцевості (ЦММ). Цей процес чудово автоматизований, включаючи введення поправок для калібрування камери і прив'язки зображень до необхідної системи

координат, отримання просторових координат точок, класифікацію точок і перетворення даних в формат ЦММ. Якість даних може бути покращено за рахунок додавання необхідної кількості наземних вимірів для прив'язки ЦММ до локальної системи координат. Один квадратний кілометр території можна відзняти протягом півгодинного польоту на висоті 150 метрів і з просторовим розрізненням 5 сантиметрів. Перетворення знімків в докладний ортофотоплан і ЦММ відбувається автоматично за допомогою спеціального програмного забезпечення. Користувач отримує оперативну цифрову інформацію для інтерпретації її в топографічний план або детальну карту в масштабі 1:500 – 1:5000.

Висновки

Інженерно-геодезичні вишукування, проведені тільки наземними методами зйомки займають значно більше часу, ніж аналогічні роботи виконані за допомогою безпілотного літального апарату. Якщо правильно вибудувати процес виробництва робіт, то аерофотозйомка з використанням БПЛА буде мати ще більшу перевагу, не тільки за швидкістю виконання робіт, але і значно зросте якість і змістовність топографічних планів. Це істотно знизить відсоток браку, що виключить необхідність повторно виїжджати на об'єкт і доопрацьовувати або усувати помилки, допущені при дослідженнях, а це значна економія коштів і часу для організацій. Все це дозволить вивести інженерно-геодезичні роботи на новий рівень

Список літератури

1. А.Е.Семенов: ТороAxis – Склейка карт в автоматическом режиме — ProSystems CCTV, 2008,стр. 14-18
2. Ачасов А.Б. Безпілотні літальні апарати як інструмент сучасного землеробства та охорони ґрунтів / А.Б. Ачасов, А.О. Ачасова // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Екологія. -2016. - Вип. 15. - С. 15-20.
3. Tietz Dale, Scientific UAS Applications, PROCEEDINGS of the Third Moscow International Forum «Unmanned multipurpose vehicle systems», 27-29 January 2009
4. Marco Lukovic, The Future of Military UAS in Europe A Market Perspective. Proceedings Unmanned Air Systems'09/
5. UAS: The Global Perspective. Yearbook 2018/2019

Р.В. Бойченко
(Сумський національний аграрний університет, Україна)

Організаційні засади державного контролю за використанням і охороною земель

В даній роботі розкрито основні завдання та принципи державного контролю за використанням і охороною земель, а також шляхи здійснення моніторингу земель.

Охорона земель – одне з найважливіших природоохоронних завдань нашої держави, що полягає у здійсненні системи правових, організаційних, економічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення для несільськогосподарських потреб, захисті від шкідливого антропогенного впливу, відтворенні та підвищенні родючості ґрунтів.

Земельне законодавство надає землевласникам та землекористувачам широкі права щодо самостійного господарювання на землі. Однак відповідно Конституції України статті 41 така діяльність не повинна завдавати шкоди правам, свободам та гідності громадян, інтересам суспільства, погіршувати екологічну ситуацію і природні якості землі [1].

У системі управління земельними ресурсами важливе місце належить державному контролю за використанням і охороною земель. Контроль за використанням та охороною земель являє собою одну з важливих функцій державного управління у зазначеній сфері суспільних відносин.

Основними завданнями державного контролю за використанням і охороною земель є:

- забезпечення додержання органами державної влади, органами місцевого самоврядування, фізичними та юридичними особами земельного законодавства України;

- забезпечення реалізації державної політики у сфері охорони та раціонального використання земель;

- запобігання порушенням законодавства України у сфері використання та охорони земель, своєчасне виявлення таких порушень і вжиття відповідних заходів щодо їх усунення;

- забезпечення додержання власниками землі та землекористувачами стандартів і нормативів у сфері охорони та використання земель, запобігання забрудненню земель та зниженню родючості ґрунтів, погіршенню стану рослинного і тваринного світу, водних та інших природних ресурсів [2].

Основними принципами здійснення державного контролю за використанням та охороною земель є:

- забезпечення раціонального використання та охорони земель як основного національного багатства, що перебуває під особливою охороною держави;

- пріоритет вимог екологічної безпеки у використанні земельних ресурсів над економічними інтересами;
- повне відшкодування шкоди, заподіяної довкіллю внаслідок порушення земельного законодавства України;
- поєднання заходів економічного стимулювання і відповідальності у сфері використання та охорони земель.

Державний контроль за використанням і охороною земель являє собою діяльність компетентних органів держави, спрямовану на додержання вимог земельного законодавства, забезпечення гарантій реалізації земельно-правових норм та утвердження законності у земельних відносинах. Він дає можливість не лише виявляти й усувати наслідки земельних правопорушень, а й застосовувати у разі потреби до порушників земельного законодавства заходи відповідальності. Цей контроль охоплює усі категорії земель незалежно від форм власності та видів землекористування і поширюється на всіх суб'єктів земельних відносин [3].

Аналіз чинного законодавства дає можливість виділити такі види контролю за використанням і охороною земель: 1) державний; 2) самоврядний (такий, що здійснюється органами місцевого самоврядування); 3) громадський.

Державний контроль за використанням земель у системі центрального органу виконавчої влади з питань земельних ресурсів здійснює Державна інспекція з контролю за використанням та охороною земель і її територіальні органи.

Державний контроль за дотриманням вимог законодавства про охорону земель у системі центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів здійснює Державна екологічна інспекція та її територіальні органи.

Основними напрямками державної політики України у галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки передбачене створення Державної системи екологічного моніторингу, складовою частиною якої повинен стати земельний моніторинг.

Державна система екологічного моніторингу — це інтегрована інформаційна система, що має здійснювати збирання, збереження та оброблення екологічної інформації з метою відомчої та комплексної оцінки та прогнозування стану природних середовищ, біоти та умов життєдіяльності, вироблення обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття ефективних соціальних, економічних та екологічних рішень на всіх рівнях виконавчої влади, вдосконалення відповідних законодавчих актів, а також виконання зобов'язань України за міжнародними екологічними угодами, програмами та проектами.

Моніторинг ґрунтів у системі центрального органу виконавчої влади з питань аграрної політики проводить Державна служба охорони родючості ґрунтів та її територіальні органи.

Державний контроль за використанням і охороною земель, дотриманням вимог законодавства України про охорону земель і моніторинг ґрунтів здійснюється шляхом:

- проведенням перевірок;

- розгляду звернень юридичних і фізичних осіб;
- участі у роботі комісій при прийнятті в експлуатацію меліоративних систем і рекультивованих земель, захисних лісонасаджень, протирозійних гідротехнічних споруд та інших об'єктів, які споруджуються з метою підвищення родючості ґрунтів та забезпечення охорони земель;
- розгляду документації із землеустрою, пов'язаної з використанням та охороною земель;
- проведення моніторингу ґрунтів та агрохімічної пастеризації земель сільськогосподарського призначення [4].

Важливого значення набуває контроль за: рекультивацією порушених земель, зніманням, використанням і збереженням родючого шару ґрунту при проведенні робіт, пов'язаних із порушенням земель, а також за своєчасним приведенням цих земель у стан, придатний для використання за призначенням; збереженням та експлуатацією протирозійних гідротехнічних споруд і систем, захисних лісонасаджень, встановленням і збереженням межових знаків; наданням достовірних даних про наявність, стан використання земельних угідь за Державним земельним кадастром, а також інформації про наявність земель запасу.

Крім того, органи Держкомзему здійснюють контроль за проектуванням, розміщенням, будівництвом, реконструкцією, введенням у дію, експлуатацією та ліквідацією об'єктів, що негативно впливають на стан земель; своєчасним і якісним виконанням комплексу необхідних заходів щодо запобігання і ліквідації псування земель, їх забруднення виробничими та іншими відходами і стічними водами, а також при добування корисних копалин, виконанні будівельних, геологорозвідувальних, пошукових та інших робіт.

Висновки

Отже, основне завдання державного контролю за використанням і охороною земель повинно полягати у забезпеченні додержання органами державної влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями і громадянами вимог земельного законодавства України.

Список літератури

1. Конституція України від 28.06.1996р. №254к/96-ВР//Відомості Верховної Ради України.- 1996, № 30.- Ст. 141.
2. Про державний контроль за використанням та охороною земель: Закон України від 19.06.2003 р. № 963-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – №39. – Ст.350.
3. Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. № 2768-III // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – №3-4. – Ст.27.
4. Горлачук В.В., В'юн В.Г., Сохнич А.Я. Управління земельними ресурсами: Підручник/За ред. д.е.н., проф. Горлачука В.В., 2-ге вид., і переробл.- Львів: «Магнолія 2006», 2016.-443с.

В.Ю. Беленок, к.ф.-м.н., Д.І. Деркач
(Національний авіаційний університет, Україна)

Визначення нормальних висот точок земної поверхні з використанням даних супутникових вимірювань і моделей геоїда

Розглянуто можливість визначення нормальних висот точок земної поверхні з використанням глобальних навігаційних супутникових систем. Наведено дані про точність глобальних моделей геоїда (квазігеоїда) для територій деяких країн.

Методи визначення координат точок земної поверхні на основі глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), які широко використовуються на сучасному етапі розвитку геодезії, надають можливість, на відміну від традиційних методів геодезії, визначати одразу всі три геодезичні координати, у тому числі й висоту.

За теорією М.С. Молоденського, геодезичні висоти H є сумою аномалії висоти (висоти квазігеоїда) ζ і нормальної висоти H^p .

Як відомо, нормальною висотою точки M фізичної поверхні Землі є відрізок силової лінії, яка проходить в полі нормального потенціалу сили ваги через точку M , між рівневими поверхнями $U = U_0$ і $U = U_0 - C_M$, де

$$C_M = \int_{OM} g dh = W_O - W_M$$

— геопотенціальне число (геопотенціал) точки M , який безпосередньо визначається з наземних вимірювань перевищень і прискорення сили тяжіння. Саме нормальні висоти з 1958 р. зображували на топографічних картах СРСР і наводили у каталогах висот.

Аномалії висоти, у свою чергу, можна визначити за допомогою астрономо-гравіметричного нівелювання, використовуючи астрономо-геодезичні відхилення прямовисних ліній або через аномалії прискорення сили ваги. Але ці методи важко реалізувати з різних причин, наприклад, внаслідок неповної гравіметричної вивченості всієї поверхні Землі.

Тому актуальною є задача одержання нормальних висот за даними глобальним навігаційним супутниковим систем з точністю, що задовольняє великомасштабним топографічним зніманням.

Методи ГНСС дозволяють одержати геодезичну висоту як відстань від точки поверхні Землі до еліпсоїда по нормалі (наприклад, до еліпсоїда WGS84 у системі GPS), а для вирішення більшості задач геодезії використовуються нормальні висоти. Отже, нормальну висоту можна отримати як різницю геодезичної висоти, отриманої з ГНСС, та аномалії висоти, визначеної за моделлю квазігеоїда.

З 2000 по 2009 рр. були запущені низькоорбітальні супутники CHAMP, GRACE та GOCE, що використовуються, у тому числі, для дослідження гравітаційного поля Землі. Останній із цих проєктів — GOCE — є найважливішим у проєкті Європейського Космічного Агентства і ставить на

меті: визначити аномалії сили ваги з точністю до 1 мГал, визначити геоїд з точністю до 1-2 см, досягнути просторої роздільної здатності краще 100 км.

На сьогодні доступними і найбільш точними для практичного застосування є модель геоїда національного агентства геопросторових досліджень Міністерства оборони США EGM2008 і модель Міжнародного центра глобальних моделей Землі (ICGEM) EIGEN-6C4, які містять повний набір гармонічних коефіцієнтів геопотенціалу до 2190-й степені.

Оскільки нормальні висоти віднесені до поверхні квазігеоїда, а гравіметричні моделі Землі містять інформацію про геоїд, то перетворення геодезичних висот у нормальні з використанням цих моделей міститиме похибку, яка дорівнюватиме відхиленню геоїда від квазігеоїда у даній точці. Отже, використовуючи модель, можна отримати ортометричні висоти, а не нормальні.

Для територій, забезпечених детальними і якісними гравіметричними даними, точність обчислення висот геоїда, оцінена в порівнянні з висотами геоїда, отриманими на контрольних точках з ГНСС і геометричного нівелювання, становить, за даними розробників, від 7,1 см (континентальна частина території США , 4 200 контрольних точок) до 23 см в цілому по території земної кулі (12 300 контрольних точок). Наприклад, для території Білорусі точність геоїда EGM2008 оцінюється на рівні 5 см [7].

У роботі [7] виконано порівняння аномалій висот, отриманих за допомогою гравітаційних моделей EGM2008 и EIGEN-6C4 та за допомогою поєднання ГНСС-вимірювань двохчастотним приймачем і геометричного нівелювання. Дослідження було виконане по різницях аномалій висот, обчислених для 10-ти геодезичних пунктів полігону Полоцького державного університету (Республіка Білорусь). З результатів ГНСС-вимірювань аномалії висот отримувались шляхом порівняння різниць між геодезичними висотами реперів з перевищеннями між цими ж реперами, знайденими з геометричного нівелювання III класу. Зроблено висновок, що можна модельні дані добре збігаються з результатами інструментальних даних. Оцінка точності одержання нормальних висот за допомогою моделей геоїда EGM-2008, EIGEN-6C4 показує, що застосування даних моделей висот геоїда на окремій території для визначення нормальних висот є можливим лише при створенні знімального обґрунтування для виконання знімань з висотою перерізу рельєфу не менше 1 м.

Дослідження, проведені на території Новосибірської області (Російська Федерація), показали, що застосування глобальної моделі геоїда EGM2008 після виключення систематичного зсуву по висоті принципово дозволяє отримувати нормальні висоти з точністю геометричного нівелювання III-IV класу [2].

У роботі [3] з метою визначення точності висот квазігеоїда для території України були використані наступні моделі геоїда (квазігеоїда) та гравітаційного поля Землі: EGM 96, EIGEN-CG01C, EGG97 і EGM 08 та виконані порівняння їх з аналогічними висотами квазігеоїда, отриманими з GPS-нівелювання для території України. Результати виконаних досліджень показали, що глобальна геоїдальна модель EGM 08 є найкращою з розглянутих

моделей геопотенціалу для території України. Точність висот квазігеоїда характеризується як ± 10 см.

Таким чином, результати ГНСС-вимірювань та моделі геоїда (квазігеоїда) надають можливість з достатньою точністю визначати нормальні висоти.

Висновки

Використання результатів ГНСС-вимірювань у поєднанні з результатами геометричного нівелювання та глобальними моделями геопотенціалу дозволяє отримувати нормальні висоти з точністю геометричного нівелювання III-IV класу. Найкращою з моделей геопотенціалу для території України є глобальна модель EGM 08.

Список літератури

1. Бойко Е.Г. Исследование методов определения нормальных высот в геодезических сетях с использованием спутниковой системы GPS / Е.Г. Бойко // Известия высших учебных заведений. Раздел геодезия и аэрофотосъёмка. – 1997. – № 1. – С. 3-12.
2. Гиенко Е.Г. Исследование точности получения нормальных высот и уклонений отвесной линии на территории Новосибирской области с помощью глобальной модели геоида EGM2008 / Е.Г. Гиенко, А.П. Решетов, А.А. Струков // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2011. – том 1, № 2. – С. 186-191.
3. Двуліт П.Д. Порівняльна характеристика визначення висот квазігеоїда теорії України / П.Д. Двуліт // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2009. – Вип. 72. – С. 27-34.
4. Двуліт П.Д. Фізична геодезія : [підручник] / П. Д. Двуліт. – Київ : Експрес, 2008. – 256 с.
5. Демьянов Г.В. Концепция современного развития системы нормальных высот / Г.В. Демьянов // Известия высших учебных заведений. Раздел геодезия и аэрофотосъёмка. – 2003. – № 3. – С. 3-20.
6. Елагин А.В. Вычисление высот квазигеоида по коэффициентам глобальной модели гравитационного поля Земли EGM2008 / А.В. Елагин // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2010. Т.1, №1. – С. 151-153.
7. Маркович К.И. Анализ получения нормальных высот точек земной поверхности с использованием данных спутниковых измерений и моделей геоида / К.И. Маркович; М.В. Макарова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. Геодезия и геоэкология. – 2016. – № 8. – С. 139-142.
8. Марченко О. М. Референцні системи в геодезії. Навчальний посібник / О. М. Марченко, К. Р. Третяк, Н. П. Ярема. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 216 с.
9. Hofmann-Wellenhof B., Moritz H. Physical Geodesy / B. Hofmann-Wellenhof, H. Moritz – Springer, Wien NewYork, 2005. – 403 p.

Організація управління земельними ресурсами в сучасних умовах

Сучасна система управління земельними ресурсами приводиться у відповідність до прийнятого законопроекту щодо розширення повноважень органів місцевого самоврядування з управління земельними ресурсами, який є основою глибокої земельної децентралізації, що посилить роль і вплив об'єднаних громад. Це дасть можливість управляти земельним фондом об'єднаної громади, збільшить дохідну частину місцевих бюджетів, створить ефективну систему управління земельними ресурсами відповідно до соціальних, економічних, екологічних та технічних пріоритетів.

Земля є одним із головних ресурсів життєдіяльності суспільства. Вона слугує територіальною основою для всіх видів діяльності людини, є виробничим фактором багатьох галузей. В умовах земельної реформи, яка сьогодні має справді глобальний масштаб та глобальне значення, земля розглядається як один з головних інструментів подолання бідності, підвищення рівня життя кожного члена суспільства, та громад в цілому.

Основне місце в системі управління земельними ресурсами будь-якої держави займає землеустрій із своїми функціями та завданнями, землевпорядними організаціями, структурою та видами документації. Через систему землеустрою здійснюються основні функції із управління земельними ресурсами: облік і оцінка земель, планування і організація раціонального використання земель та їх охорона, тощо.

Поняття землеустрою визначено ст. 1 Закону України «Про землеустрій», і означає сукупність соціально-економічних та екологічних заходів, спрямованих на регулювання земельних відносин та раціональну організацію території адміністративно-територіальних утворень, суб'єктів господарювання, що здійснюються під впливом суспільно-виробничих відносин і розвитку продуктивних сил [2].

У вузькому розумінні, землеустрій – це ті дії та заходи, які здійснюються державою, землевласником і землекористувачем з наведення порядку у використанні земель. Отже, через землевпорядкування здійснюються такі функції управління земельними ресурсами, як:

- земельно-кадастрове забезпечення управління земельним фондом (планово-картографічний матеріал, земельна статзвітність (ф – 6 зем), проведення ґрунтових, геоботанічних та землевпорядних вишукувань);
- прогнозування і планування використання земельних ресурсів та охорони земель (розроблення державних і регіональних прогнозів й програм, схем (проектів) використання і охорони земельних ресурсів);
- організація раціонального використання і охорони земель в проектах землеустрою.

На даний час система землеустрою включає законодавче забезпечення діяльності у сфері землеустрою; органи, що здійснюють державне

регулювання у сфері землеустрою; організацію, регулювання та управління у сфері землеустрою; здійснення землеустрою на національному, регіональному, і місцевому рівнях; державний і самоврядний контроль за здійсненням землеустрою; наукове, кадрове та фінансове забезпечення землеустрою; суб'єкти та об'єкти землеустрою.

Сучасна система управління земельними ресурсами носить галузевий характер, крім того, вона недостатньо збалансована між міністерствами та відомствами, які створюють управління земельними ресурсами відповідно до функцій землі та соціальних, економічних, екологічних та технічних пріоритетів. За радянські часи головну провідну роль в управлінні земельними ресурсами „взяло” на себе Головне управління землекористування та землеустрою, міністерства сільського господарства. Таке управління землями всіх задовольняло, тому що власність (в тому числі і земля) була народна і контролювало міністерство сільського господарства в основному сільськогосподарські угіддя (рілля, багаторічні насадження, кормові угіддя) як самі головні у сільськогосподарській галузі.[3]

На початку 90-х років XX сторіччя в Україні була започаткована земельна реформа, об'єктом якої були всі землі держави. Тому було створено орган державної виконавчої влади по земельних ресурсах (Держкомзем), який вирішував питання управління земельними ресурсами, організації землекористування, землеустрою та охорони земель всіх категорій. Однак створений державою орган земельних ресурсів не створив нової системи управління земельними ресурсами, що відповідала вимогам перехідної економіки.

Останніми роками відбувалась реорганізація структури Держкомзему – в Управління, Департамент, Державну службу України з питань геодезії, картографії та кадастру (Держгеокадастр). На сьогодні, такі функції управління земельними ресурсами, як функціонально-галузеве зонування, територіальне планування та впорядкування землекористування, землеустрої, охорона земель, моніторинг та ведення земельного кадастру, Держгеокадастр України здійснює не в повному обсязі. Фінансуються зазначені роботи за залишковим принципом. Вирішуються в основному політичні (фіскальні інтереси), роздержавлення, паювання та технічні заходи (поділ земельних ділянок, оподаткування), тощо.

Як свідчить аналіз, останніми роками практично не проводять землевпорядних робіт із організації території новоутворених агроформувань та фермерських господарств, зі складання планів земельно-господарського устрою в населених пунктах. Роль землеустрою зведена до оформлення рішень, що приймаються відповідними радами у зв'язку з перерозподілом, переділом землі, видачею державних актів власникам та землекористувачам.

З виникненням ринку землі в Україні, земельні ресурси здійснюють нову роль, як товару та нерухомості. Залучення земель, точніше прав на земельні ділянки, при ринкових відносинах стимулює ділову й інвестиційну активність, підвищує ефективність використання земельних ресурсів взагалі.

Продовжується перерозподіл земель на території колишніх КСП, з'явилося багато землевласників в особі власників земельних часток (паїв),

селянських господарств та орендарів. Все це ускладнило земельні відносини та використання сільсько-господарських земель, порушило організацію території (сівозміни), що привело до посилення процесів деградації угідь та зменшення родючості ґрунтів.

Для ціленаправленого вирішення всього кола проблем, пов'язаних з управлінням земельними ресурсами, здійснюється землеустрій, як комплекс заходів щодо організації раціонального використання та охорони земель, формування та організації території об'єктів землеустрою з урахуванням їх цільового призначення обмежень у використанні та обмежень (обтяжень) правами інших осіб, збереження і підвищення родючості ґрунтів.

Найбільш прийнятною формою розробки таких заходів є землеустрій — як головний важіль управління земельними ресурсами конкретної території (сільської (селищної) ради). Такою землевпорядною документацією є схема землеустрою та техніко-економічні обґрунтування використання й охорони земель конкретної сільської (селищної) ради, метою якої є:

- реалізація політики держави щодо наукового перерозподілу земель;
- формування раціональної системи землеволодіння і землекористувань;
- розробка системи заходів щодо збереження і поліпшення природних ландшафтів, територій з особливими природоохоронними, рекреаційними і заповідними режимами;
- відновлення і підвищення родючості ґрунтів, рекультивациі порушених земель, захисту земель від ерозії, підтоплення, вторинного засолення, заболочування та інших видів деградації;
- консервації деградованих і малопродуктивних земель;
- створення екологічно сталих ландшафтів і агросистем;
- обґрунтована вартісна оцінка природоохоронних заходів.

Розроблення схеми землеустрою та техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель дає обґрунтування подальшого використання земельних угідь, що дасть змогу не тільки зберегти екологічний баланс земельних угідь, а й уточнити базу справляння плати за землю та створення організаційно-правових умов для здійснення іпотечного кредитування. Крім того, приділяється велика роль питанню раціонального використання та охорони земель — головному засобу виробництва. А саме:

- система заходів щодо збереження і поліпшення природних ландшафтів територій з особливими природоохоронними, рекреаційними і заповідними режимами;
- відновлення і підвищення родючості ґрунтів, рекультивациі порушених земель, захисту земель від ерозії, підтоплення, засолення, заболочування інших видів деградації;
- консервація деградованих і малопродуктивних земель.

Сьогодні в Україні відбувається перезавантаження системи земельних відносин відповідно до концепції реформи децентралізації. Побудова нової, європейської системи координат у сфері управління землями є логічним та своєчасним кроком реалізації найголовнішої реформи країни з децентралізації влади. Новостворені об'єднані громади повинні мати ресурси для свого

ефективного розвитку і окрім бюджетних та податкових можливостей, держава передає громадам і земельні ресурси. Одним із основних завдань реформи децентралізації є посилення ролі територіальних громад із наданням їм права самим розпоряджатися землями, котрі перебувають як у межах населених пунктів, так і поза ними.

Питання децентралізації повноважень знайшло відображення в Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні, схваленій Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 333р від 1 квітня 2014 року. У ній зазначається, що однією з нагальних проблем розвитку місцевого самоврядування є подолання його відстороненості від вирішення питань у сфері земельних відносин. Для її розв'язання пропонується надання органам місцевого самоврядування базового рівня повноважень у вирішенні питань забудови (відведення земельних ділянок, надання дозволів на будівництво, прийняття в експлуатацію будівель), визначення матеріальною основою місцевого самоврядування майна, зокрема землі, що перебуває у власності територіальних громад сіл, селищ, міст (комунальної власності), та належної бази оподаткування, а також надання територіальним громадам права розпоряджатися земельними ресурсами в межах своєї території, об'єднувати своє майно та ресурси в рамках співробітництва територіальних громад для виконання спільних програм та ефективнішого надання публічних послуг населенню суміжних територіальних громад.

Децентралізація вступає в деякий конфлікт із ринком землі, адже в основі лежить продаж як мінімум частини землі через аукціони. Сьогодні відсутні стимулятори для місцевих рад виставляти землю на продаж. На сьогоднішній день питаннями земельних відносин органи місцевого самоврядування можуть займатися, виключно в межах населених пунктів. Цю систему потрібно вже змінювати, передавши основні права розпоряджатися земельними ресурсами органам місцевого самоврядування, територіальним громадам, а за державою залишити право забезпечувати контроль за раціональним використанням земельних ресурсів.

Висновки

Аналіз існуючих проблем землекористування в сучасних умовах дозволяє виділити актуальні задачі органів земельних ресурсів і включає основні напрямки удосконалення управління земельними ресурсами відповідно до концепції реформи децентралізації, гарантування конституційних прав на землю та захист земельної власності, забезпечення державного контролю за раціональним використанням та охороною земель, підвищення ефективності управління землями державної та комунальної власності, впровадження геоінформаційних ресурсів для обліку та моніторингу стану земель та їх оцінки.

Принципи організації управління земельними ресурсами в сучасних умовах дуже прості: передача повноважень на місця, ліквідація корупції, запровадження адміністративних послуг в електронному вигляді, раціональна система обігу та контролю земель. Децентралізація земельних відносин

передбачає передачу права розпорядження землями громадам, власність на землі переходить об'єднаним громадам, а Держгеокадастр лише здійснюватиме контроль за використанням землі.

Список літератури

1. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III // Відомості Верховної Ради України від 25.01.2002 – 2002 р., № 3, стаття 2.
2. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
3. Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003 № 858-IV // Відомості Верховної Ради України від 05.09.2003 – 2003 р., № 36, стаття 282.
4. «Управління земельними ресурсами»-Вінниця «Нова Книга» 2006, За редакцією професора А. М. Третяка.
5. https://docviewer.yandex.ua/?url=http%3A%2F%2Fmyfiles.at.ua%2F_id%2F0%2F12____.pdf&name=12____.pdf&lang=uk&c=58dada3d59e3
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2004 р. N 1553 «Про затвердження Положення про Державний фонд документації із землеустрою»
7. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1553-2004-п>

Організація моніторингу земельних ресурсів

В даній роботі розкрито зміст, завдання та організаційні засади охорони та моніторингу землі..

Конституція України декларує, що земля є основним національним багатством, яке перебуває під особливою охороною держави [1]. Питання ощадливого, ефективного, раціонального використання та охорони земельного фонду, відтворення родючості ґрунтів є складовою національної безпеки держави.

Охорона земель – система правових, організаційних, економічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення для несільськогосподарських потреб, захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності земель лісового фонду, забезпечення особливого режиму використання земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення.

Зростаючі антропогенні навантаження на земельні ресурси визначають необхідність охорони земель України й організацію їх раціонального використання як одне з головних стратегічних завдань державної політики. І такий підхід не є безпідставним. Адже надмірне антропогенне навантаження на землі сільськогосподарського призначення, супроводжується зниженням гумусу в ґрунті, зростанням еродованості, погіршенням стану меліоративних земель та іншими негативними процесами.

У всіх регіонах країни лімітуючими умовами розвитку сільськогосподарського виробництва є негативні тенденції змін ґрунтового покриву. Частішими стають шкідливі впливи певних технологічних процесів на природне середовище, які призводять до порушення ланок екологічного ланцюга.

Тому найважливішим завданням державного управління в сфері охорони навколишнього середовища і раціонального природокористування є організація моніторингу земельних ресурсів, як комплексної системи спостережень за станом земель, оцінки й прогнозу змін їх до стану під впливом антропогенних і природних чинників [2].

Моніторинг земель — важлива функція управління у сфері використання та охорони земель. Його об'єктом є землі України незалежно від форм власності на землю, цільового призначення та характеру використання.

Метою земельного моніторингу є прогноз змін у землекористуванні, які очікуються від господарської діяльності, та наслідків, що можуть виникнути при цьому.

До завдань моніторингу земель відносяться: довгострокові систематичні спостереження за станом земель; аналіз екологічного стану земель; своєчасне виявлення змін стану земель, оцінка цих змін, прогноз і вироблення рекомендацій про попередження і усунення наслідків негативних процесів, інформаційне забезпечення ведення державного земельного кадастру, землекористування, землеустрою, державного контролю за використанням і охороною земель, а також власників земельних ділянок [3].

Моніторинг земель здійснюється відповідно до загальнодержавних і регіональних (місцевих) програм. Інформація про стан земельних ресурсів та їх використання, яку отримано у процесі ведення моніторингу, нагромаджується в архівах і банках даних автоматизованої інформаційної системи. На основі зібраної інформації і результатів оцінки стану земель складаються оперативні зведення, наукові прогнози і рекомендації, які направляються до місцевих органів державної виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та інших державних органів для вжиття заходів щодо запобігання негативним процесам і ліквідації їх наслідків. Отримані матеріали об'єктивно характеризують фізичні, хімічні, біологічні процеси у навколишньому середовищі, рівень забруднення ґрунтів, що дає можливість органам державного управління пред'являти до землекористувачів певні вимоги щодо усунення правопорушень у сфері використання та охорони земель.

Зміст моніторингу земель становить спостереження, пошуки, обстеження, зйомки, що характеризують такі процеси:

- зміни меж упорядкування і площ; адміністративно-територіальних утворень; землекористуванні і землеволодіння; угідь, полів, ділянок;
- зміни стану ґрунтів, які включають: розбудовані процеси водної та вітрової ерозії; опустелення; деградацію ґрунтів на пасовищах; підтоплення; заболочування, перезволоження; засолення; заростання ріллі; руйнування ґрунтових агрегатів; зміна змісту мікроелементів у ґрунті; забруднення ґрунтів пестицидами, важкими металами, розсіяними хімічними елементами, радіоактивними елементами та іншими токсикантами;
- зміни стану геологічного середовища: зміни форм рельєфу місцевості зсувами, зміни водного балансу, режиму та хімічного гідробіологічного складу підземних вод; зміни берегових ліній морів, озер, заток, водоймищ, лиманів; зміни викликані порушеннями землями, зокрема діючими і відпрацьованими кар'єрами, відвалами, териконами, розробленими торфовищами, просіданням земної поверхні під впливом детального відпрацьовування надр;
- зміни стану земель, схильних до негативного впливу виробничих об'єктів, зокрема: населених пунктів; очисних споруд й сільськогосподарських підприємств; меліоративних систем; транспорту; майданчиків для компостування добрив, звалищ, складів паливно-мастильних матеріалів, складів сипучих добрив, рідких добрив, стоянок автотранспорту, місць поховання радіоактивних, фізіологічно активних хімічних відходів виробництва [4].

Висновки

З огляду на викладене, моніторинг земель є засобом отримання об'єктивної інформації як інструменту прийняття науково обгрунтованих управлінських рішень щодо раціонального використання та охорони земель.

Моніторинг земель набуває особливої актуальності, оскільки він дасть можливість визначити кількісні та якісні характеристики земельних ресурсів і, у разі необхідності, прийняти своєчасні заходи, щодо стану земель.

Список літератури

1. Конституція України від 28.06.1996р. №254к/96-ВР//Відомості Верховної Ради України.- 1996, № 30.- Ст. 141.
2. Горлачук В.В., В'юн В.Г., Сохнич А.Я. Управління земельними ресурсами: Підручник/За ред. д.е.н., проф. Горлачука В.В., 2-ге вид., і переробл.- Львів: « Магнолія 2006»,2016.-443с.
3. Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. № 2768-III // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – №3-4. – Ст.27.
4. Земельне право України: Підручник / М. В. Шульга, Г. В. Анісімова, Н. О. Багай, А. П. Гетьман та ін.; — К.: Юрінком Інтер, 2004. — 368 с.

Моніторинг забруднення земель шкідливими викидами промислових підприємств

Згідно з нормативно-правовими актами висвітлено специфіку здійснення моніторингу забруднення земель викидами промислових підприємств у сучасній Україні. Проаналізовано чинники негативного впливу викидів на екологічне становище земель України. Визначено суб'єкти моніторингу забруднення земель та встановлено найбільш пріоритетні напрямки його проведення.

Складовою частиною державної системи моніторингу довкілля є моніторинг земель. Згідно зі ст. 191 Земельного кодексу України, моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. У системі моніторингу земель проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. Завданням моніторингу земель є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів [1].

Одним з таких процесів, що впливають на деградацію земельних ресурсів України, є техногенне забруднення, розширення зон якого в даний час є істотною причиною погіршення стану земель внаслідок зниження родючості ґрунтів [2, с. 43]. Крім того, на формування кризової екологічної ситуації в сучасній Україні впливає надмірна концентрація шкідливих виробництв та забруднення поверхневих і підземних вод промисловими стічними водами. Ці чинники зумовили процеси різкого скорочення запасів чистої води в Україні та виведення з водокористування багатьох природних водойм та водотоків [3, с. 104].

Враховуючи вищезазначене, особливо важливе значення має моніторинг стану тих територій, на яких розташовані підприємства з найбільш шкідливими викидами: об'єкти з видобування нафти та газу, очисні споруди, склади паливно-мастильних матеріалів та добрив, стоянки автотранспорту, захоронення токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів та інші промислові об'єкти [4, с. 145]. Під час проведення їхнього моніторингу повинна приділятися увага наявності в ґрунті чи на ґрунті (як в його поверхневому шарі, так і в підґрунті та глибших шарах, а також прилеглих мінеральних відкладеннях та ґрунтових водах) матеріалів антропогенного походження: побутових та промислових відходів, стоків, відвалів, гірничопромислових хвостів збагачення тощо. Усі вони можуть бути джерелом речовин, які є небезпечними для ґрунту і негативно впливають на сусідні природні ґрунти, оскільки в цих антропогенних матеріалах ґрунтові

процеси відбуваються таким самим чином, як у природній породі та в поверхневих відкладах [5].

Залежно від цілей, спостережень і охоплення територій моніторинг забруднення земель може бути національним, регіональним і локальним. Відповідно до ст.191 Земельного кодексу України, ведення моніторингу земель здійснюється центральними органами виконавчої влади, що реалізують державну політику у сферах земельних відносин та охорони навколишнього природного середовища. Порядок проведення моніторингу земель встановлюється Кабінетом Міністрів України [1]. Стаття 22 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає, що державні органи разом з відповідними науковими установами забезпечують організацію як короткострокового, так і довгострокового прогнозування змін навколишнього природного середовища. Ці зміни повинні враховуватися при розробці і виконанні програм та заходів щодо економічного та соціального розвитку України, в тому числі з приводу охорони навколишнього природного середовища, використання і відтворення природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки [6].

Компетенції державних органів та установ по здійсненню моніторингу довкілля, у тому числі й щодо забруднення земель шкідливими викидами техногенного характеру, визначаються п.8. «Положення про державну систему моніторингу довкілля», прийнятим постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. Наприклад, моніторинг ґрунтів і ландшафтів (зокрема, на вміст забруднюючих речовин та прояви просторового забруднення земель об'єктами промислового та сільськогосподарського виробництва) здійснює Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. До компетенції Державного агентства водних ресурсів належить моніторинг поверхневих вод у місцях розташування основних водозаборів за гідрохімічними й радіологічними показниками (у зонах впливу атомних електростанцій і у водних об'єктах, що піддалися радіоактивному забрудненню). Державна служба геології та надр України проводить моніторинг підземних вод та геохімічного стану ландшафтів (зокрема, вміст і поширення техногенних хімічних елементів та сполук). Компетенцією Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, а також Державної санітарно-епідеміологічної служби є моніторинг у місцях проживання і відпочинку населення, в тому числі й питної води з централізованих систем водопостачання [7].

Систематичність спостережень за станом довкілля та техногенними об'єктами, що впливають на нього, є одним з основних принципів функціонування системи моніторингу [6]. Відбір проб ґрунту на промислових майданчиках в межах України за 27-ма параметрами виконує Державна екологічна інспекція. Контроль над станом ґрунтів забезпечує також Український гідрометеорологічний центр ДСНС (колишня Державна гідрометеорологічна служба Міністерства надзвичайних ситуацій України). Ця установа здійснює моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель важкими металами на території населених пунктів. Проби на важкі метали беруть раз на п'ять років, у окремих містах зі значною концентрацією

промислових підприємств зі шкідливим впливом на навколишнє середовище – щороку (наприклад, Маріуполь та Костянтинівка Донецької області) [4, с. 147].

Окрім центральних органів влади та державних установ, участь у проведенні моніторингу забруднення земель шкідливими викидами підприємств (як складова моніторингу стану навколишнього природного середовища) беруть також обласні державні адміністрації, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації та органи виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища у сфері охорони навколишнього природного середовища [6].

В умовах підвищених факторів ризику шкідливих викидів підприємств з метою забезпечення своєчасного реагування на кризові та надзвичайні екологічні ситуації і прийняття рішень щодо їх ліквідації, а також створення сприятливих умов для життєдіяльності населення і господарювання, особливо важливим є кризовий екологічний моніторинг довкілля. Він включає в себе інтенсивні спостереження за джерелами техногенного впливу, розташованими в районах екологічної напруженості, у зонах аварій та небезпечних природних явищ зі шкідливими для екологічної ситуації наслідками [8, с. 94]. Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна служба з надзвичайних ситуацій, їхні органи та інші суб'єкти системи моніторингу встановлюють спеціальні регламенти спостереження за екологічно небезпечними об'єктами, а також критерії втручання у разі виникнення або загрози виникнення надзвичайних екологічних ситуацій [7].

Відповідно до п. 10 «Положення про державну систему моніторингу довкілля», підприємства, установи та організації незалежно від їх підпорядкування і форм власності, діяльність яких призводить чи може призвести до погіршення стану довкілля, зобов'язані здійснювати екологічний контроль за виробничими процесами та станом промислових зон, збирати, зберігати та безоплатно надавати суб'єктам системи моніторингу дані та узагальнену інформацію для її комплексного оброблення. З цією метою між суб'єктами та постачальником інформації укладається угода, яка підлягає реєстрації в Міністерстві екології та природних ресурсів України [7]. Передача інформації, що була отримана в результаті проведення моніторингу довкілля (у тому числі, й моніторингу забруднення земель шкідливими викидами підприємств) уповноваженим з цих питань органам за допомогою каналів інформаційних зв'язків, є одним зі шляхів здійснення екологічного інформаційного забезпечення [6].

Висновки

Враховуючи негативний вплив антропогенних факторів на оточуюче середовище, здійснення моніторингу забруднення земель шкідливими викидами промислових підприємств є важливим завданням як для органів державної влади, так і безпосередньо для тих підприємств, установ та організацій, діяльність яких може призводити до погіршення стану довкілля. Поряд з залученням до системи моніторингу численних центральних органів виконавчої влади й установ, а також органів місцевої виконавчої влади, промислові підприємства зобов'язані здійснювати екологічний контроль за

виробництвом і збирати інформацію з цього приводу з метою її подальшої передачі компетентним органам. Необхідність систематичного проведення моніторингу забруднення земель шкідливими викидами підприємств у першу чергу стосується тих ділянок, на яких розташовані шкідливі виробництва та підприємства з високим ступенем ризику виникнення надзвичайних ситуацій з несприятливими екологічними наслідками, а також прилеглих до них територій (особливо, якщо вони розташовані у безпосередній близькості до населених пунктів, місць відпочинку та об'єктів природно-заповідного фонду).

Список літератури

1. Земельний кодекс України [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 3–4, ст. 27. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. Булигін С. Ю. Якість земель як основа контролю землекористування / С. Ю. Булигін // Агроекологічний журнал. – К., 2015. – № 1. – С. 36–47.
3. Зінь Е. А. Регіональна економіка: Підручник. – К.: «ВД «Професіонал», 2007. – 528 с.
4. Якимчук А. Ю. // Державний екологічний моніторинг у системі збереження біорізноманіття України / А. Ю. Якимчук // Інвестиції: практика та досвід. – К., 2014. – № 6. – С. 144–148.
5. ДСТУ ISO 11074-1:2004. Якість ґрунту. Словник термінів. Частина 1. Забруднення та охорона ґрунтів (втратив чинність). – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 20 с.
6. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст. 546. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
7. Положення про державну систему моніторингу довкілля [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України, постанова № 31 від 30.03.1998 р. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>
8. Білявський Г. О., Верестун Н. О. Агроекологічний моніторинг – основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини / Г. О. Білявський, Н. О. Верестун // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Екологія. – Вінниця, 2011. – № 8 (48). – С. 93–99.

Важливість ринку землі в Україні

Створення ефективного ринку земель в Україні залишається питанням стратегічної важливості, від реалізації якого залежить динаміка соціально-економічного розвитку, земельних відносин та національної економіки в цілому.

В Україні 30% земель розпродані. Для цього використовують злочинні схеми. Щоб запобігти повному розпродажу землі за тіншовими схемами потрібно організувати законний ринок земель. Ринок землі – це система організаційно-правових і економічних відносин, що виникають в процесі перерозподілу земель та прав на них між суб'єктами цього ринку на основі конкурентного попиту і пропозиції [1]. Ринок земель є невід'ємною частиною економіки будь-якої розвинутої держави. Земля - найважливіший ресурс, що посідає виняткове місце в житті і діяльності будь-якого суспільства. Земля не є класичним товаром і тому ринок землі володіє цілою низкою специфічних особливостей.

Якщо не взятися за підготовку ринку землі зараз, то через 2-3 роки вільної землі не залишиться. Бабці позичають 20-30 тисяч і вона підписує договір. У ньому вказано, якщо вона через 10-20 років не повертає гроші, то її земельна ділянка переходить у власність позичальника.

В жодній країні не придумали ще як повністю подолати корупцію в організації тіншового ринку. Треба робити жорсткішим законодавство. Зараз в уряді розробляються постанови, які посилять контроль державних органів за рухом землі через корпорації. В першу чергу це стосується юстиції, яка повинна заборонити нотаріальним конторам узаконювати обхідні угоди - не рівноцінні договори міні 1 га на 0,01 га з доплатою. Часто, бідність змушує укладати землевласників договір емфітевзису, бо землевласник отримує від землекористувача кошти наперед за користування землею наперед, на весь термін дії договору, віддаючи свою землю за безцінь.

6,7 млн чоловік за свої земельні паї одержують плату, близьку до 786 грн на рік. Ну це ж неймовірна ганьба для країни. Вони повинні одержувати в рази більше і будуть одержувати більше, щойно орендар визначатиметься на конкурсі, в якому зможе взяти участь велика кількість претендентів. Адже це неприпустимо, щоб гроші простих сільських трудівників сьогодні збагачували агрохолдинги, близькі до місцевого начальства й олігархів.

Запровадження та функціонування ринку землі в Україні має на меті стабілізацію економіки країни шляхом реалізації економічного потенціалу землі. Основними завданнями ринку землі є [2, с. 74]:

- забезпечення раціонального та ефективного використання земельних ділянок;
- поліпшення інвестиційного клімату в економіці, інвестиційної та кредитної привабливості підприємств шляхом продажу їм земельних ділянок;

- забезпечення безперешкодної реалізації суб'єктами підприємницької діяльності прав володіння, користування і розпорядження земельними ділянками для збільшення їхніх основних засобів;
- формування багатуокладної системи господарювання на основі рівності всіх форм власності на землю, розвиток інституту приватної власності на землю.

Суттєва частина проблем, які сьогодні існують у земельній реформі, полягає у тому, що обіг земель не врегульований. Обіг земель має бути інструментом виключно для громадян України без права користування ним юридичними особами та іноземцями. Багато землевласників сільськогосподарських земель, побоюючись, що ринок землі допомагатиме іноземцям, олігархам, спекулянтам купити землю за безцінь, обдурити їх і залишити взагалі ні з чим. Доля правди в цьому є, адже в пересічного громадянина замало матеріальних ресурсів (техніка), а й обробити свою землю. Але все ж таки хочеться розв'язати ці страшні побоювання і довести до відома, що згідно урядового законопроекту "Про ринок земель" розвиток ринку землі встановлює наступні правила: іноземці матимуть право лише орендувати землі сільськогосподарського призначення у громадян України; будуть встановлені високі ставки державного мита при перепродажу сільськогосподарських земель; передбачається заборонити надмірну концентрацію земельних ділянок сільськогосподарського призначення у власності однієї особи [4].

Сьогодні Україна – єдина демократична країна у світі, де землевласники не мають права розпоряджатися своїм майном на власний розсуд. Вони не можуть віддати це майно під заставу та отримати фінансування для фермерської чи будь-якої іншої діяльності. Вони не можуть продати свій пай та вкласти гроші в іншу справу чи актив. Вони навіть не можуть обмінятися з кимось ділянками, іншого цільового призначення якщо їм потрібно переїхати до іншої частини країни. Тому формування вільного ринку землі дасть можливість розвиватися як фермерам, в першу чергу, так і простим землевласникам.

Відкриття ринку землі дасть Україні приблизно 2-3 млрд доларів інвестицій на рік, а для населення і бізнесу земельна реформа створить альтернативу для вкладень. Її поява вирішила б питання, куди вкладати гроші тим людям, які не довіряють банківській системі і тримають їх під матрацом або в офшорах. Якщо цей ринок відкрити, сюди буде заходити стільки грошей! Навіть якщо ввести обмеження для іноземців, приплив грошей забезпечать українці - у них дуже багато грошей за кордоном. Ринок землі відкриє шляхи для кредитних ресурсів і грошей, які "припарковані" у західних банках під нульову прибутковість. Ці гроші відразу покращать платіжний баланс України, зроблять гривню набагато надійнішою, мотивують інших інвесторів. Після введення ринку землі, він подвоїть, потроїть іноземні інвестиції в Україну і значно збільшить приплив внутрішніх.

Реалізація вільного ринку землі дозволить максимально пришвидшити формування законодавчої бази ринкових земельних відносин; дасть можливість організувати прозорий ринок земельних ділянок державної,

комунальної та приватної власності; законодавчо врегулювати питання щодо порядку проведення земельних торгів; подолати негативні наслідки діючого мораторію на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення; поліпшити інвестиційний клімат в країні. Включення земель сільськогосподарського призначення в економічний обіг дозволить враховувати ціну землі у вартості виробленої в аграрному секторі продукції, визнати роль земель як елемента аграрного виробництва, сприятиме стабільності цін на сільськогосподарську продукцію та встановленню паритетних міжгалузевих відносин між селом та промисловістю.

Міжнародний досвід говорить про те, що не потрібно боятися відкритого ринку землі. Можна сперечатись тільки щодо рівня відкритості. У деяких країнах взагалі немає обмежень. В інших є перехідні періоди з обмеженнями щодо доступу іноземців або кількості землі в одні руки, мінімальної оцінки вартості землі, інші інструменти захисту тих чи інших національних інтересів[5].

Ринок можна регулювати різновидами податків, наприклад, податком на перепродаж землі (для усунення спекулянтів) або ж податком на невикористання землі за сільськогосподарським призначенням. Але важливо, однак, не втратити за цією дискусією основну мету – зробити так, щоб лібералізація ринку землі була позитивною і для власників землі, і для бізнесу, і для держави.

Висновки

Ринок землі може бути відкритим тільки із урахуванням серйозних законодавчих запобіжників. Серед них:

- 1) надання пріоритетного права на придбання землі с/г призначення українським громадянам та громадам;
- 2) мораторій або високі ставки податку на перепродаж землі;
- 3) встановлення мінімальних цін, за якими держава матиме пріоритетне право викупити землі;
- 4) обмеження права купівлі ріллі іноземцями на 12-15 років. У випадку продажу ними придбаної землі пріоритетне право на купівлю матиме громадянин України.

Список літератури

- 1.Паньків З.П. Земельні ресурси: Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 272 с.
- 2.Возняк Р.П., Ступень М.Г., Падляк І.М. Земельно-правовий процес: Навчальний посібник. - Львів: "Новий Світ-2000".
- 3.Інформаційне агентство «Український земельний ринок». - Режим доступу: http://www.land-ukraine.com/news/novyny_zemelного_rynku/
- 4.Закон України "Про ринок земель" від 09.12.2011 № № 9001 -IV скликання.
- 5.Пасько Д., Оболенський М., Гайдай М. Що дасть Україні вільний ринок землі?. - Режим доступу: <http://www.pravda.com.ua/articles/2015/04/22/7065528/>

Регулювання землекористування авіаційного транспорту

Регулювання землекористування здійснюється залежно від основного цільового призначення земельних ділянок. Управління землекористуванням і розмежування земель проаналізовано на прикладі авіаційного транспорту. Пропонуються заходи щодо регулювання землекористування цієї галузі у зв'язку з реалізацією Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2023 р.

Як відомо, землі України за основним цільовим призначенням поділяються на такі дев'ять категорій: землі сільськогосподарського призначення; землі житлової та громадської забудови; землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення; землі оздоровчого призначення; землі рекреаційного призначення; землі історико-культурного призначення; землі лісгосподарського призначення; землі водного фонду; землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

Поділ земель на категорії за основним цільовим призначенням є головним інструментом регулювання їх використання, оскільки кожна земельна ділянка повинна використовуватися виключно відповідно до її цільового призначення та правового режиму кожної з категорій земель.

Однак поділ земель на категорії, як свідчить практика, не завжди здійснюється за критерієм цільового призначення. У багатьох випадках ділянки відносяться до певної категорії за суб'єктами використання (наприклад землі оборони), територіальним розміщенням (землі житлової та громадської забудови). Існуюча класифікація не охоплює всіх земель (наприклад, земель загального користування населених пунктів). Незрозумілою є формула «землі іншого призначення».

Належність земельної ділянки до певної категорії на практиці визначається кількома способами, які можуть давати різні наслідки: а) за фактичним становищем (залежно від виду угіддя); б) за даними державного земельного кадастру, які можуть суперечити іншій містобудівній і земельній документації; в) за проектами відведення земельних ділянок; є) за даними статистичної звітності. Безумовно, визначальними для встановлення цільового призначення земель повинні бути дані державного земельного кадастру.

Досі вважається, що основне цільове призначення може поділятися на кілька цільових призначень і видів використання в межах однієї і тієї ж категорії. У цьому випадку використання ділянки за цільовим призначенням та за основним цільовим призначенням категорії земель розглядаються як різні види використання землі. Правомірність землекористування у багатьох випадках, у зв'язку з вказаним, вважається сумнівною. Так, землі сільськогосподарського призначення, як категорія, включають земельні ділянки для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, фермерського, особистого селянського господарства, садівництва,

городництва, для дослідних і учбових цілей, для ведення підсобного сільського господарства тощо. Основним цільовим призначенням вказаних земель є виробництво сільськогосподарської продукції, здійснення науково-навчальної діяльності та розміщення відповідної інфраструктури. Отже види господарської діяльності є різними, але вони не суперечать основному цільовому призначенню вказаної категорії земель і саме воно (цільове призначення) повинно бути визначальним для встановлення правового режиму землекористування.

Слід відмітити, що окремі категорії земель нині сформовані не за цільовим призначенням земельних ділянок, а об'єднані за принципом особливості використання землі як просторового базису для функціонування та розміщення об'єктів певних галузей. Це передусім стосується категорії земель промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення. «Землями промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення, – як вказується у статті 65 Земельного кодексу, – визнаються земельні ділянки, надані в установленому порядку підприємствам, установам та організаціям для здійснення відповідної діяльності». Названа відповідна діяльність об'єднує різні види економічної діяльності, цільове призначення використання земель під об'єктами кожної з видів якої має суттєві відмінності. У складі вказаної категорії земель лише підкатегорія земель транспорту включає 7 видів: землі залізничного транспорту; землі морського транспорту; землі річкового транспорту; землі автомобільного транспорту та дорожнього господарства; землі авіаційного транспорту; землі трубопровідного транспорту; землі міського електротранспорту. Землі вказаних видів транспорту займають 640 тис. га земель України або понад 1 % загальної території держави.

У відповідності із Земельним кодексом України (ст. 72) та Законом України «Про транспорт» (ст. 33) до складу земель авіаційного транспорту віднесено: а) аеропорти, аеродроми, земельні ділянки, зайняті відокремленими спорудами, а також службово-технічними територіями з будівлями та спорудами, що забезпечують роботу авіаційного транспорту; б) вертолітні станції, включаючи вертольотодроми, службово-технічні території з усіма будівлями і спорудами; в) ремонтні заводи цивільної авіації, аеродроми, вертольотодроми, гідроаеродроми та інші майданчики для експлуатації повітряних суден; г) земельні ділянки, зайняті службовими об'єктами, що забезпечують роботу авіаційного транспорту [1].

Отже, землі авіаційного транспорту об'єднують чотири групи земельних ділянок, що зайняті об'єктами єдиної транспортної системи України. Однак поряд з визначенням – «землі авіаційного транспорту» у Земельному кодексі вживається також, як термін, – «землі повітряного транспорту», що обумовлює колізійність положень правового режиму землекористування. Так, згідно статті 83 Кодексу до земель комунальної власності, які не можуть передаватися у приватну власність, належать, зокрема, землі під об'єктами повітряного транспорту. Статтею 84 не дозволяється передавати у приватну власність також землі державної власності під об'єктами повітряного транспорту державної власності. Таким

чином, землі однієї категорії в одному і тому ж законодавчому акті іменуються у складі земельного фонду держави як землі авіаційного транспорту (ст.ст. 19,72), а щодо режиму використання – також як землі повітряного транспорту (ст.ст. 83,84).

У зв'язку з вказаним вважається, що це різні за правовим статусом землі. Чинним законодавством заборонено приватизацію земель державної та комунальної власності під об'єктами повітряного транспорту. Конкретно це стосується стратегічних об'єктів – аеродромів, вертольотодромів, службово-технічних територій з будівлями і спорудами, що забезпечують роботу авіаційного транспорту. Вказані об'єкти і території, однак, за земельним законодавством теж відносяться до складу земель авіаційного транспорту.

Доречним буде підкреслити, що у Повітряному кодексі України таких термінів як «землі авіаційного транспорту» та «землі повітряного транспорту» не існує зовсім. Цей Кодекс регулює лише питання використання земель аеропортів (аеродромів) [2]. Чинними є досі й Норми відведення земель для аеропортів СН 457-74, що затверджені у січні 1974 року Держбудом колишнього Радянського Союзу. Нормативів відведення земельних ділянок для розміщення інших об'єктів авіаційного транспорту не затверджено.

Особливий режим використання земель, відповідно до закону, запроваджується на приаеродромній території (ст. 72 Земельного кодексу). Приаеродромна територія за своїм правовим режимом наближена до статусу охоронних зон промислових і транспортних об'єктів. Згідно статті 69 Повітряного кодексу України, вона може охоплювати до 70 тис. гектарів земель, в той час як максимальна площа земельної ділянки для самого аеропорту, за вказаними нормами відведення (СН 457-74), не перевищує 350 га. Крім аеродромів, не існує зон, які б називалися приоб'єктними (приаеродромними), але щоб вони перевищували площу основного об'єкта (в даному випадку аеродрому) у 200 разів.

Забезпеченню особливого режиму використання цих земель не сприяє й те, що межі приаеродромної території не вносяться до Державного земельного кадастру і не відображаються у містобудівній і землевпорядній документації, як це має місце для охоронних, санітарних, санітарно-захисних, інших зон з особливим режимом землекористування. Норму Повітряного кодексу (ст. 69) про те, що місцеві ради зобов'язані визначати умови забудови, використання землі і здійснення діяльності на приаеродромній території (охоронних зон), за погодженням з експлуататором аеродрому та органом цивільної авіації, не можна вважати достатньо надійною запорукою охорони аеропортів. Відображення меж приаеродромних територій у земельно-кадастровій, містобудівній і землевпорядній документації дозволить запровадити таке ж регулювання землекористування, як для інших режимних об'єктів.

Серйозною залишається проблема розмежування земель і майна аеропортів державної, комунальної та приватної власності. Через порушення принципу, що аеродром – це стратегічний об'єкт, який не може приватизуватися, а термінал – це об'єкт інвестиційний, в тому числі приватної

власності, лише через 5 років вдалося повернути у комунальну власність Одеський аеропорт, який у 2011 році було передано офшорним інвесторам. До речі, частину земель цього аеродрому роздали під кладовище.

Загальною зникло 20 га землі Тернопільського комунального аеропорту. Не завершено оформлення земель, зайнятих іншими аеропортами, та видача їм відповідних правовстановлюючих документів.

Складною є й ситуація з оформленням прав на землю підприємств і організацій інших видів транспорту. У першу чергу вказане стосується автомобільного транспорту і дорожнього господарства, підприємства та організації яких мають у користуванні понад 375 тис. га землі. Багаточисленними є факти накладки меж земельних ділянок суміжних землекористувачів. Більшість наявних державних актів було видано дорожнім організаціям, яких не існує зараз. У застарілій землепорядній документації відсутні координати. Автомобільні дороги не мають встановлених придорожніх смуг. Відсутні охоронні зони доріг. Останні два питання не урегульовано на законодавчому рівні.

У лютому минулого року Кабінет Міністрів України затвердив Державну цільову програму розвитку аеродромів на період до 2023 року. Метою Програми є задоволення потреб держави у забезпеченні стабільного розвитку авіаційної галузі, приведення інфраструктури авіаційного транспорту у відповідність з міжнародними стандартами, забезпечення набуття Україною статусу транзитної держави з урахуванням її унікального географічного розташування, підвищення ефективності управління державним майном [3].

Для досягнення вказаної мети пропонується здійснити комплекс відповідних заходів з тим, щоб забезпечити будівництво, реконструкцію та модернізацію об'єктів, зокрема: спорудження аеродромів та аеродромних споруд наземної інфраструктури; здійснити розподіл комплексу споруд та об'єктів аеродромів на аеродроми / аеродромні об'єкти та об'єкти, що не належать до аеродромних; створити єдину державну мережу аеродромів у результаті їх об'єднання та передачі аеродромів державної і комунальної форми власності до сфери управління Укрінфрапроекту з подальшим закріпленням аеродромів та аеродромних об'єктів на праві господарського відання за визначенням Укрінфрапроектом державним підприємством; повернути у державну власність аеродроми міжнародних аеропортів «Дніпропетровськ», «Київ» (Жуляни), «Харків», «Одеса», «Донецьк», «Сімферополь», а також інші аеродроми у разі їх будівництва та реконструкції за рахунок державних коштів або кредитних коштів, залучених під державні гарантії; передати з комунальної у державну власність аеродроми, що збудовані під час виконання програми з проведення чемпіонату Європи з футболу 2012 року.

Слід забезпечити: проведення інвентаризації земель аеропортів та аеродромів; створення умов для розвитку базової наукової установи, що здійснює проектування та науковий супровід програми розвитку аеропортів; отримання в постійне користування визначених державним підприємством необхідних земельних ділянок; розроблення в установленому порядку відповідної документації із землеустрою щодо надання нових земельних

ділянок, необхідних для виконання завдань Програми; оформлення передачі у державну власність земель, будівель і споруд аеродромів з комунальної власності; внесення відповідної інформації до земельного кадастру.

Визначено конкретні завдання та заходи по затвердженню розвитку кожного з 15 Міжнародних та двох обласних аеропортів («Полтава», «Суми»). Для реалізації вказаних інвестиційних проектів передбачено залучити 8,7 млрд грн. фінансових ресурсів, з них 5,3 млрд грн. державних коштів. Загальний пасажиропотік, порівняно з 2015 роком, повинен зрости більше ніж удвічі. Намічається створити не менше як 1000 додаткових робочих місць.

З урахуванням зростання обсягів земельно-кадастрових та проектно-вишукувальних робіт по землевпорядкуванню підприємств і організацій транспорту було б виправданим, щоб в учбовому процесі підготовки фахівців для вказаних напрямів робіт приділялося більше уваги. З питань удосконалення правового режиму земель аеропортів, оформлення прав на землю об'єктів автомобільного транспорту та дорожнього господарства доцільно було б розробити ряд магістерських робіт з тим, щоб напрацювати відповідні рекомендації виробництву.

Висновки

Поділ земель на категорії є одним з визначальних інструментів регулювання землекористування і повинен базуватися на матеріалах державного земельного кадастру. Чинне законодавство відносить землі авіаційної галузі до земель авіаційного транспорту, земель повітряного транспорту, земель аеропортів (аеродромів) і вимагає удосконалення та кодифікації. Потребують затвердження нормативи відведення земельних ділянок під об'єкти авіаційного транспорту (крім аеропортів) і відображення у земельному кадастрі меж охоронних (приаеродромних) територій.

Регулювання землекористування авіаційної галузі у зв'язку з затвердженням Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2023 року повинно бути зосереджено на проведенні інвентаризації земель, відведенні нових земельних ділянок для реалізації інвестиційних проектів, перерозподілі земель за формами власності, організації землеустрою аеропортів, оформленні правовстановлюючих документів на землю.

Список літератури

1. Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 р. № 2768-III // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 3-4. – Ст. 27
2. Повітряний Кодекс України від 19 травня 2011 р. № 3393-VI/ Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 48-49. – Ст. 536
3. Про затвердження Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2023 року: постанова Кабінету Міністрів України № 126 від 24 лютого 2016 р. // Офіційний вісник України. – 2016. – № 18. – Ст. 740

Моніторинг деастрованих ландшафтів Львівсько-Волинського вугільного басейну

Описано екологічну ситуацію в Сокальському районі Львівської області. встановлено, що найбільшим техногенним чинником порушення екологічної рівноваги є породні відвали вугільних шахт. Найбільш небезпечними є терикони, які горять. Їхнє горіння супроводжується виділенням небезпечних парів та газів на усій поверхні. У літологічному відношенні терикони (породні відвали) представлені аргілітами, алеволітами, пісковиками, вугіллям та іншими породами. значний вміст сірки в породних відвалах спричиняє локальні горіння, внаслідок чого відбувається перехід від сульфідів у сульфати та сприяє формуванню кислих вод біля підніжжя териконів.

Екологічна ситуація в Сокальському районі є однією з найважчих на Львівщині, що викликано техногенним впливом на довкілля таких галузей промисловості, як вуглевидобувна, вуглезбагачувальна та хімічна. Велика частина земель району зайнята породними відвалами вугільних шахт (териконами) [1].

На території Сокальського адміністративного району Львівської області зосереджений Червоноградський гірничопромисловий район, який за геолого-промисловим районуванням належить до центральної частини Львівсько-Волинського вугільного басейну, розташованого при західному кордоні України із Польщею на межі Волинської та Львівської областей. Цей басейн є південно-східною околицею крупного за площею, поширеного і на території Польщі вугільного басейну, який називають Люблінським [2].

Гірничодобувний комплекс, виробнича діяльність якого призвела до значних змін ландшафту регіону (просідання поверхні землі в місцях відпрацювання вугільних пластів становить 2-4 метри), охоплює такі екологічно-небезпечні об'єкти, як породні відвали (загальна площа яких 265,9 гектари і об'єм накопичених відходів 42,1 мільйона метрів кубічних), склади вугілля, ставки-накопичувачі, відстійники шахтних вод. Частка перегорілої породи в загальній кількості видобутої за всі роки експлуатації гірничих підприємств складає від 25% до 30% [1].

Найбільш небезпечними є терикони, які горять. Їхнє горіння супроводжується виділенням небезпечних парів та газів на усій поверхні. Горіння таких териконів активізується при потраплянні вологи та кисню повітря у шар породи. Найбільш яскравим представником цієї групи териконів є діючий відвал ПАТ «Львівська вугільна компанія», який розташований у с. Сілець Сокальського району Львівської області [3, 4].

Одними із найбільших забруднювачів атмосферного повітря в межах Сокальського адміністративного району та Червоноградського промислового району є підприємства гірничої промисловості, які входять до складу державного підприємства "Львіввугілля" та ПАТ «Львівська вугільна

компанія» (Центральна збагачувальна фабрика «Червоноградська»). Загальна кількість викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря підприємствами ДП «Львіввугілля» коливається в межах 6,3-7,1 тисяч тон на рік, в тому числі за інградієнтами: двоокис сірки - 3,9-4,1 тисяч тон; двоокис азоту - 0,7-0,9 тисяч тон; окис вуглецю - 1,0-1,2 тисяч тон; тверді речовини - 0,7-0,9 тисяч тон [1].

З породних відвалів, які горять, в атмосферу виділяється близько двох десятків шкідливих речовин: сірководень, оксид вуглецю, вуглекислий газ, сірчаний ангідрид, сірководень, оксиди азоту, сірчана кислота, сірчистий газ, ціанистий водень, аміак, ціаніди, тіоціанати і ін.. Встановлено, що при згорянні 1 кг породи забруднюється до небезпечної межі від 6,7 до 8,7 млн. м³ повітря. Численням науковими дослідженнями встановлено, що при температурах породи вище +100°C Hg переноситься в елементній формі, а при температурах нижче +100°C – у вигляді хлориду (HgCl). Так само в елементній формі в мінімальних кількостях можуть переноситися Cd і Zn при температурах вище +400°C. В інтервалі температур +200-400°C переважають форми CdCl, ZnCl₂, ZnBr₂ [3, 5].

У літологічному відношенні терикони (породні відвали) представлені аргілітами, алевролітами, пісковиками, вугіллям та іншими породами. Понад 70% відходів у териконах складають глинисті аргіліти, що сприяє сорбції важких металів (Li, B, P, Zn, Pb, Bi, Co), а внаслідок підвищеного вмісту сульфідної сірки (піриту) – Hg і As. Також значний вміст сірки в породних відвалах спричиняє локальні горіння, внаслідок чого відбувається перехід від сульфідів у сульфати та сприяє формуванню кислих вод біля підніжжя териконів [6].

Науковці у роботі [7] доводять, що тепловий стан териконів залежить від вмісту сірки у відвальній масі. Ними було досліджено 866 породних відвалів Донецького і Львівсько-Волинського вугільних басейнів.

Нами виявлені не рекультивовані терикони, які умовно поділено на два види: згасаючі та діючі. Згасаючі – це відвали, які горять, але їх уже не досипають і тут відбуваються процеси природного заростання. Біологічним та гірничотехнічним етапам рекультивації ці відвали не підлягали. Відвали складені переважно перегорілими породами.

Щільність породи терикону знижується від вершини до підніжжя. Вершині терикону, яка складена породою із дрібних фракцій, притаманна найбільша щільність. Така структура терикону характерна у випадках, коли складування відвальної маси відбувається конвеєром, починаючи з вершини. Для деяких териконів нижня 1/3 частина відвалу є проникною для повітря. Решта ділянок слабо проникні або непроникні [8, 9].

Встановлено, що гальмують процес природного заростання згасаючих териконів скельні відвальні породи, які не здатні утворювати однорідний субстрат. Унаслідок цього лісові культури на териконах Нововолинського гірничопромислового району необхідно запровадити на невеликих за площею ділянках, максимально використовуючи еколого-біологічні властивості деревних порід, які будуть задіяні у залісенні відвалів. При плануванні природно зарощених площ відвальних ландшафтів необхідно враховувати

сформовані водотоки, оскільки при їх засипанні в інших місцях можуть виникнути рови і конуси виносу, а також підтоплення понижених ділянок, які були задерновані раніше засипаними водяними потоками.

Слід відмітити, що терикони переформовують від конічних гострих до плоских. При переформуванні конічного відвалу в плоский утворюються схили стрімкістю 35-40°, подібні до кута природного нахилу відвальної маси. Для вирівнювання схилів застосовують бульдозери. При цьому площа відвалу може збільшуватися від початкової на 40%.

Окрім териконів, які горять, забруднення довкілля відбувається і через згасаючі терикони діючих шахт. У Нововолинському гірничопромисловому районі експлуатуються 4 шахти, які розміщують відвальну породу на 8 териконах (4 терикони діючі та 4 терикони згасаючі недіючі). Об'єм породи, яка складається у відвали діючих шахт перевищує проектні норми (за даними паспортів на породні відвали). Також з плином часу збільшуються геометричні параметри відвалів.

Висновки

На території Львівсько-Волинського вугільного басейну функціонують 4 типи териконів – що горять, згасаючі, згаслі, що негорять. Об'єм породи, яка складається у відвали діючих шахт, перевищує проектні норми (за даними паспортів на породні відвали). З плином часу збільшуються геометричні параметри відвалів. Вміст золи у породі териконів становить 84,0-98,025%; густина породи – 2,42-2,55 кг/м³. Вміст сірки у териконах Нововолинського гірничопромислового району становить 0,26-3,2%.

Список літератури

1. Офіційний сайт Сокольської РДА : <http://sokal-rda.gov.ua/main.html>
2. Попович В. В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну / В. В. Попович // Монографія.–Львів: вид-во ЛДУБЖД, – 2014. – 174 с.
3. Попович В. В. Характеристика осередків самозаймання породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового регіону / В. В. Попович // Наук. вісник Нац. лісотех. ун-ту України: зб. наук.-техн. праць. – 2009. – Вип. 19.12. – С. 77-82.
4. Попович В. В. Культурфітоценози згаслих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну / В. В. Попович // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. - 2014. - № 10. - С. 184-190.
5. Попович В. В. Флора терриконов Нововолинського горнопромышленного региона (Украина) и способы ее восстановления / В. В. Попович // Вестник МГУ. - 2010. - №1. - С. 211-212.
6. Максимович Н. Г. Геохимические изменения геологической среды в пределах Кизеловского угольного бассейна / Н. Г. Максимович // Эколого-экономические проблемы угледобывающего региона с подземным способом добычи угля: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. М. - 1990. - С.15-16.

7. Сухаревский В. М. Деформации породных отвалов / В. М. Сухаревский, А. П. Стельмах, И. С. Фридман. – К.: Техника, 1970. – 108 с.
8. Максимович Н. Г. Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна / Н. Г. Максимович // Географический вестник. – 2006. – №2. – С. 128-134.
9. Попович В. В. Дослідження едафотопів териконів у місцях горіння / В. В. Попович // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.4. – С. 63-69.

Аналіз використання TIN-моделі для створення цифрової моделі рельєфу в сучасних програмних продуктах

Триангуляційна нерегулярна мережа є найбільш використовуваною векторною полігональною моделлю просторових даних. Вона будується шляхом об'єднання відомих точкових значень у серії трикутників за алгоритмом триангуляції Делоне. Модель використовується для представлення поверхні у вигляді сукупності суміжних тривимірних трикутних граней, що не перекриваються і використовується для побудови цифрових моделей рельєфу, зокрема, у рамках програмних ГІС-пакетів фірми ESRI.

TIN (Triangulation Irregular Network – триангуляційна нерегулярна мережа) – модель поверхні у вигляді мережі суміжних трикутних граней, що не перетинаються і які покривають поверхню та визначені по вузлах і ребрах. Triangulation (триангуляційна) – вказує спосіб побудови оптимізованого набору трикутників за набором точок; Irregular (нерегулярна) – точки можуть бути взяті зі змінною щільністю для моделювання ділянок поверхні, де різко змінюється рельєф; Network (мережа) – відбиває топологічну структуру даної моделі. Структура TIN будується шляхом об'єднання відомих точкових значень у серії трикутників за алгоритмом триангуляції Делоне. Геометрія моделі TIN утворюється гранями, вузлами й ребрами у тривимірному просторі.

Принцип алгоритму триангуляції Делоне полягає в тому, щоб з наявного набору точок з відомими висотними позначками (значеннями координати Z) побудувати трикутники, які всі разом будуть максимально близькими до рівносторонніх фігур. Досягається це постійним контролем умови, відповідно до якої будь-яке коло, проведене через три вузли в трикутнику, не включатиме ніякого іншого вузла. Завдяки своїй «нерегулярності» TIN-модель є більш гнучкою порівняно з растровою і дозволяє більш компактно і з меншими похибками описати поверхні з вкладеними формами, такі, як, наприклад, топографічна поверхня.

TIN-модель звичайно використовується для побудови цифрових моделей рельєфу, зокрема, у рамках програмних ГІС-пакетів фірми ESRI. Модель розглядає вузли або точки мережі як первинні елементи. Топологічні відношення встановлюються шляхом створення в базі даних для кожної вузлової точки вказівок на сусідні вузли. Простір, що оточує територію, яка моделюється TIN, подається фіктивною вузловою точкою. Це допомагає в описі топології приміжових точок і спрощує цю процедуру.

Ця модель даних є найбільш зручним і ефективним способом подання поверхонь в тривимірному просторі і забезпечує високу ефективність застосування. Вона повністю інтегрована в середовище ARC / INFO, поверхні можуть бути побудовані як у вигляді триангуляційної мережі, так і у вигляді регулярної матриці точок з використанням в якості вихідних даних по нерегулярній мережі точок, дані, задані у вигляді карт ізоліній і інші дані в ARC / INFO TIN. Для побудови тривимірних поверхонь використовується

метод триангуляції Делоне, для побудови ізоліній широкий набір різних алгоритмів. ARC / INFO TIN є функціонально повною системою моделювання топографічних поверхонь для аналізу і відображення безперервних географічних явищ, наприклад, рельєфу місцевості, а також фізичних поверхонь, таких як рівень шуму, щільність населення, геофізичні поля.

При створенні поверхонь є можливість задавати кордону областей інтерполяції, особливі лінії і розриви в інтерпольованій поверхні. Ці об'єкти можуть бути взяті з карти ARC / INFO. З побудованими поверхнями можна виконувати різні операції: обчислювати обсяги між поверхнями, будувати довільні перетину і профілі, переглядати поверхні в тривимірному зображенні, проектувати на них векторні карти ARC / INFO і растрові карти модуля GRID, аерофото і космічні знімки і, в результаті, отримувати реальне тривимірне уявлення. Можливі розрахунки ухилів, експозиції і сонячної освітленості схилів при різному положенні сонця. Модель TIN має такі властивості:

- дозволяє отримати точне уявлення про локальну частину поверхні;
- є основою 3D-візуалізації поверхні;
- дозволяє виконати складний аналіз поверхні (обчислення висот, ухилів, експозицій схилів, отримання ізоліній поверхні, розрахунки об'ємів, вертикальні профілі по трасі лінії, аналіз видимості).

Вихідними даними для побудови TIN є набір точок з координатами X, Y, Z. Задача полягає в тому, за по цим набором точок створити мережу суміжних трикутників, що не перетинаються. Задача побудови триангуляції за набором точок є однією з базових в обчислювальній геометрії. До неї зводяться більшість інших задач, вона широко використовується у машинній графіці та ГІС для моделювання поверхонь і розв'язання просторових задач.

Задача побудови триангуляції за вихідним набору точок є неоднозначною, тому виникає питання: а яка з усіх триангуляцій найкраща? Наприклад, оптимальним розв'язком можна вважати такий, при якому сума довжин усіх ребер буде мінімальною серед усієї множини можливих триангуляцій, побудованих на тих же вихідних точках. Розв'язок задачі за такої умови має високу трудомісткість.

Один з алгоритмів побудови триангуляції Делоне заснований на генеруванні полігонів Тиссена (Thiessen) або Вороного. Для цього поверхня розбивається на області, в яких кожна точка розташована найближче до якогось вузла мережі – генеруючої точки. Отримані межі називають полігонами Тиссена або полігонами Вороного. Дві точки з'єднуються лінією в триангуляції Делоне, якщо їх полігони Тиссена мають спільну межу. Цей метод дозволяє отримати потрібні трикутники. Полігони Тиссена використовуються також при аналізі близькості.

Модель TIN – це топологічна структура даних: ребра з'єднуються у вузлах; кожен трикутник межує із сусідніми трикутниками. Топологічні відношення створюються шляхом створення в базі даних для кожного вузла вказівки на суміжні вузли. Простір навколо території представляється фіктивним вузлом. Модель TIN у цифровому вигляді описується пов'язаними файлами – файлом вершин, файлом покажчиків і файлом трикутників. Для

кожної точки розбивки зберігається її унікальний номер, координати і список точок, з якими вона з'єднана прямими (за годинниковою стрілкою).

Модель TIN має ефективні засоби відображення поверхні за допомогою експозиції схилів, крутості граней, затінення граней, діапазонів висот для поверхні.

Експозиція схилу. Експозиція (Aspect) окремої грані визначається кутом β як напрямком проекції нормалі на горизонтальну поверхню відносно напрямку на північ.

Крутість грані. Крутість грані представляється кутом нахилу нормалі до горизонтальної лінії. Він визначається як доповнення до 90° кута α .

Затінення граней. Затінення граней визначається відносно вектора напрямку на Сонце. Положення Сонця задається азимутом та кутом піднесення над горизонтом Сонця. Задача розрахунку затінення схилів використовується для аналізу освітленості Землі. У зв'язку з цим часто виникає потреба додаткового урахування поточного положення Сонця. Таким чином, кожний трикутник триангуляції може класифікуватись за принципом належності до того або іншого регіону.

Відображення TIN-моделі є у двох видах: плоске і об'ємне. Плоске зображення виконується автоматично після виконання побудови TIN-моделі по векторній карті. Об'ємне відображення TIN-моделі використовується для отримання уявлення про форми рельєфу при формуванні тривимірної карти місцевості.

Висновки

TIN-модель застосовується в завданнях аналізу рельєфу місцевості - побудова профілів і зон видимості, обчислення довжини і площі об'єктів з урахуванням рельєфу, розрахунок обсягів земляних робіт, моделювання зон затоплення, визначення напрямків схилів, формування тривимірної карти місцевості та інших. TIN-модель може бути побудована по об'єктах карти, 3D-метрика яких містить результати вимірювань заданої характеристики. Побудовану модель можна використовувати в задачах аналізу модельованої характеристики, побудові профілю, обчислення обсягу для заданого об'єкта або області, статистиці поверхні, побудові зон відповідності набору умов.

Список літератури

1. Сковорцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение / А.В.Сковорцов. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. - 125 с.
2. Бусыгин Б.С., Гаркуша И.Н., Серединин Е.С., Гаевенко А.Ю. Инструментарий геоинформационных систем: Справочное пособие. - К.: ИРГ «ВБ», 2000. - 172 с.
3. Бурачек В. Г., Железняк О. О., Зацерковный В. И. Основы геоинформационных систем : монография. – Ніжин : ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2011. – 512 с.
4. Фридланд А.Я., Ханамирова Л.С., Фридланд И.А., Фридланд В.А. Спринт-Информ: Справочная интерактивная система . - 2002.

*А.С. Севаст'ян, І.О. Новаковська, д.е.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Проблеми обліку земель

Ефективність обігу земель є основою для успішного розвитку ринку земель і залежить від своєчасної, достовірної та повної інформації про земельні ділянки та динаміку їх змін. Облік земель як складова державного земельного кадастру сприяє забезпеченню гарантій прав на земельні ділянки, вдосконаленню системи оподаткування земель тощо. Роль цієї складової частини земельного кадастру постійно зростає. Однак у законодавстві правовому регулюванню обліку земель приділено недостатньо уваги.

Як відомо облік природних ресурсів, у тому числі й земельний облік, є одним з основних видів господарського обліку і становить його єдину систему. Однак за єдності господарського обліку не слід забувати, що різні види обліку вирішують свої завдання, використовуючи при цьому власні особливі методи і прийоми, характерні тільки для них [1, с. 21].

На відміну від реєстрації землекористувань правовий характер обліку земель тривалий час не досліджувався. У радянський період облік здебільшого мав технічний характер і виконував переважно статистико-економічні функції. Пізніше у науковій літературі правовій ролі земельного обліку приділялося більше уваги [2, с. 52].

В умовах реформування земельних відносин роль земельно-кадастрового обліку зростає. Його дані є однією з основних підстав для визначення умов цивільно-правових угод із землею та нормативної або ринкової ціни землі. Відомості обліку формують основу для різних державних заходів стосовно використання й охорони земель. Зафіксовані при обліку площі сільськогосподарських угідь можуть змінюватися або ж одні угіддя переводитися в інші види угідь [3, с. 536].

Згідно з наказом Державного комітету земельних ресурсів «Про первинний облік земельних ділянок на основі застосування кадастрових номерів та стандарту бази даних автоматизованої системи ведення державного земельного кадастру» від 12.10.2000 № 133 облік земельних ділянок на вказаній основі було запроваджено у складі державного земельного кадастру [4].

Відповідно до ст. 196 Земельного кодексу України складовою частиною державного земельного кадастру є облік кількості та якості земель. У статті 23 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» зазначається, що для обліку кількісних, якісних та інших характеристик природних ресурсів, обсягу, характеру та режиму їх використання ведуться державні кадастри природних ресурсів [5]. Однак визначення поняття кадастрового обліку земель у Законі України «Про державний земельний кадастр», який був прийнятий 07.07.2011р., не міститься [6].

Як відомо, облік – це встановлення наявності, кількості чого-небудь шляхом підрахунків. Облік земель, їх кількості та якості розглядається як один

з видів господарського обліку. З іншої сторони, його дані є складовою частиною кадастру [4, с. 23].

Обліку природних ресурсів, зокрема й обліку земель, притаманні різні риси, а саме: як загальні, характерні для всієї системи господарського обліку, так і низка особливостей, які зумовлені специфікою об'єктів обліку [9, с. 148]. Так, слід зауважити, що у системі державного земельного кадастру поняття «земельний облік» включає лише державний облік земель. Не може бути кадастровим облік земельних ділянок, що провадиться на окремих підприємствах, в організаціях й установах, що становить собою елемент внутрішньогосподарського управління землями.

На нашу думку, враховуючи вищезазначене, кадастровий облік земель – це дії уповноваженого органу державної влади зі внесення в державний земельний кадастр, оброблення, систематизації та поновлення облікових відомостей у системі державного земельного кадастру.

Кадастровий облік земель проводиться згідно з державними стандартами, нормами і правилами спеціально уповноваженими органами виконавчої влади з питань земельних ресурсів. Державні стандарти, норми і правила з кадастрового обліку земель розробляються відповідно до Закону України «Про стандартизацію» та узгоджуються зі спеціально уповноваженими органами виконавчої влади з питань статистики, аграрної політики та містобудування.

Кадастровий облік включає в себе процедуру перевірки повноти і правильності відомостей про земельну ділянку, надання кадастрового номера земельній ділянці, нанесення меж земельної ділянки на черговий кадастровий план, занесення даних про земельну ділянку в державну земельно-кадастрову книгу, заповнення спеціальної реєстраційної карти земельної ділянки, яка ведеться на локальному рівні [9].

Відповідно до п. 2 ст 34 Закону України «Про державний земельний кадастр» облік кількості земель та якості земельних угідь ведеться щодо власників і користувачів земельних ділянок. Облік кількості земель показує дані, що характеризують земельні ділянки за площею, складом земельних угідь відповідно до затвердженої класифікації, розподілом земель за власниками (користувачами). Облік якості земельних угідь відображає дані, що характеризують землі за природними і набутими властивостями, які впливають на їх продуктивність та економічну цінність, а також за ступенем техногенного забруднення ґрунтів.

Висновки

Заслугує уваги думка про те, що критерії обліку земель повинні бути вироблені й всебічно обговорені представниками всіх наук, що мають пряме або непряме відношення до даної проблеми, оскільки вони багатозначні. Тут повинні брати участь і представники різних наукових напрямів.

Список літератури

1. Магазинщиков Т.П. Земельний кадастр: Підруч. – Львів, 1991.

2. Балезин В.П. Правовой режим земель сельских населенных пунктов. – М., 1972.
3. Земельный кодекс Украины: Комментарий. – Х., 2003.
4. Про первинний облік земельних ділянок на основі застосування кадастрових номерів та стандарту бази даних автоматизованої системи ведення державного земельного кадастру: Наказ Державного комітету земельних ресурсів від 12 жовтня 2000 р. № 133.
5. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. (із змінами та доповненнями) // ВВР УРСР. – 1991. – № 41. – Ст. 546.
6. Про державний земельний кадастр: Закон України від 07.07.2011 р. № 3613- VI // ВВР. – 2011. – № 8. – Ст. 61.
7. Дегтярев И.В. Проблемы земельного кадастра в СССР. – М., 1979.
8. Про державну статистику: Закон України від 17.09.1992 № 2614-ХІІ // ВВР. – 1992. – № 43. – Ст. 608.
9. Мартин А. Проблеми державного земельного кадастру в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.myland.com.ua.

Проведення аерофотозйомки за допомогою БПЛА

Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дозволяє істотно знизити витрати на виробництво аерофотознімальних робіт. З точки зору традиційної фотограмметрії якість подібної зйомки буде оцінено, як неприйнятна, оскільки на БПЛА, як правило, встановлюють камери побутового сегмента, не використовується гідростабілізуюча апаратура, а при зйомці нерідко відбуваються відхилення оптичних осей, що значно ускладнює процес первинної обробки знімків.

Для сучасного фотограмметричного програмного забезпечення ці недоліки не представляють значних проблем. З технічної точки зору процес аерофотозйомки з використанням БПЛА складається з трьох етапів: підготовчого, польового і камерального.

У підготовчий період здійснюється збір наявної топографічної інформації і матеріалів аерознімків минулих років, на підставі яких обґрунтовують смугу варіювання конкурентоспроможних варіантів траси і складають проект виробництва аерознімальних, польових і камеральних аерофотогеодезичних робіт.

У польовий період проводять: наземні геодезичні роботи по створенню планово-висотного обґрунтування аеронімань; закріплення і маркування точок опорної мережі; різні види аерознімальних робіт, прив'язку і дешифрування аерофотознімків. Важливим видом аерогеодезичних досліджень є дешифрування - виявлення (виявлення і розпізнавання) і розкриття змісту (пізнання) різних об'єктів та елементів місцевості за їхніми зображеннями на знімках, їх якісних та кількісних характеристик, своєрідних властивостей і особливостей.

У камеральний період виконують повну обробку результатів геодезичних вимірювань, фотограмметричні згущення геодезичної знімальної основи методами аналітичної фототріангуляції, стереофотограмметричеські роботи по отриманню інформації про рельєф і виготовлення топографічних планів і цифрових моделей місцевості (ЦММ) в єдиній системі координат.

Відповідно до вимог галузевих інструкцій, для отримання топокарт масштабу 1:2000 необхідна фотооснова, що має роздільну здатність 15 см/піксель і має похибку визначення координат в кожній точці не вище 60 см. Такі вимоги легко забезпечується при зйомці з БПЛА з використанням компактних фотоапаратів. Наприклад, зйомка камерами типу Canon S-95 або Sony NEX-5 (з об'єктивом SEL30M35) з висоти близько 200-300 м дає знімки, які мають роздільну здатність 5 см / піксель., що є більш ніж достатнім для наших потреб. Льотно-знімальні роботи, що виконуються фотоапаратом на основі матричного сенсора (ПЗС - матриця), більше нагадують традиційний аналоговий метод аерофотозйомки, коли всі елементи матриці одночасно експонуються. У матричній технології в даний час проблема в тому, що великі

матричні решітки складні у виготовленні. Тому комбінують: та роблять великі за площею решітки з декількох маленьких, наприклад, з чотирьох. Чотирьох-лінзовий об'єктив формує чотири окремі зображення, які трансформують в центральну проекцію і автоматично стикаються. Такі знімки обробляються за існуючими програмами аналітичної обробки.

Другою головною частиною, причому не менш важливою, є система визначення положення БПЛА / фотокамери в просторі. У найпростішому випадку це звичайний малогабаритний GPS приймач з антеною, наприклад Ublox. В більш дорогих і серйозних апаратах встановлюється додатковий високоточний приймач GPS, який дозволяє при постобробці сирих даних визначити координати центру знімка з точністю до 5-10 см. А якщо цей приймач використовувати разом з наземними базовими GPS станціями, то точність прив'язки кадрів до координат виростає до приголомшливих 5 см. Щоб зробити знімок, створюються базові GPS-станції, дані яких використовуються для обчислення диференціальних поправок при визначенні траєкторії літального апарату. Для визначення траєкторії літального апарату і уточнення кутових даних інерціальної системи застосовується метод спільної обробки GPS-даних і даних інерціальної системи. Прив'язка знімків до координат, як правило, виконується за допомогою програм, написаних спеціально під конкретний тип приймача і БЛА. Застосування такого методу розрахунку підвищує точність визначення як кутових параметрів, так і розташування. Точність GPS навігації і особливості систем автоматичного управління БПЛА дозволяють досягати наступних параметрів при польоті по маршруту аерофотозйомки: поперечне зміщення від осі маршруту - ± 10 м; утримання БПЛА на заданій висоті - ± 15 м; відстань від запроектованого центру фотографування до точки спрацьовування затвора фотоапарата - ± 5 м; зміна кута нахилу БПЛА на маршруті між двома знімками - 10° ; зміна кута тангажу БПЛА на маршруті між двома знімками - 6° .

Під час польоту безпілотник в автоматичному режимі розраховує свою швидкість і швидкість кадрів так, щоб забезпечити заданне перекриття кадрів. Перекриття знімків з БПЛА відповідає звичайним вимогам для аерофотозйомки і становить, як правило, 60% кадру. Знімки з БПЛА перекриваються на 60% в поздовжньому перекритті і на 30% в поперечному перекритті. Оперативний перегляд результатів аерофотозйомки місцевості. В результаті польоту формуються набір фотографій і дані телеметрії, які включають в себе координати центру фотографування, а також кути крену, тангажу і курсу.

Порядок виконання камеральних робіт у фотограмметричному ПО: створення проекту (ім'я, система координат, діапазон висот об'єкта, розміщення в системі ресурсів); завантаження зображень в програму через конвертування у внутрішній формат MS-TIFF; імпорт орієнтування з метаданих; імпорт зовнішнього орієнтування; формування накидного монтажу по зовнішньому орієнтування; вимірювання мережі (автомат триангуляції БПЛА, автомат сполучних точок із заданими параметрами, вимірювання опорного обґрунтування); обчислення систематики, самокалібрування, контрольні вимірювання; створення ЦМР (хмара точок, TIN, структурні лінії,

матриця висот, горизонталі), контроль; Трансформування по зображеннях, контроль; робота з ортофотоснімков (порізи, вирівнювання яскравості, нарізка на листи), контроль; стереовекторизація для створення 3D карт і 3D моделей; створення 2D карт.

Існує три види обробки даних: афінне перетворення кадрів для створення ортофотосхеми рівнинних територій, повне ортотрансформування кадрів для створення ортофотосхеми територій з вираженим рельєфом, повне ортотрансформування кадрів для створення ортофотоплану з виконанням геодезичних вимог за масштабом.

Афінне перетворення кадрів визначає програмою загальні точки (від 50 до 1200) між кожною парою знімків. Після цього вирішується рівняння, що включає в себе інформацію про всі зображення, для пошуку мінімуму середньоквадратичного відхилення між усіма векторами, що з'єднують загальні точки. При цьому кадр може перетворюватися тільки афінно, тобто будь-яка пряма відображається тільки в пряму.

Ортофотоплани з БПЛА створюються програмою що визначає загальні точки (від 100 до 3000) між кожною парою знімків. Після цього вирішується повне фотограмметричне рівняння з визначенням рельєфу місцевості з точністю до 2 пікселів. При цьому уточнюються координати центру фотографування і параметри орієнтування (крен, тангаж, курс) з високою точністю. Відповідно до обчисленими даними проводиться ортотрансформірованіє всіх кадрів і проектування результату на площину. Прив'язка до реальних даних проводиться за результатами наземного обґрунтування, що включає в себе не менше однієї точки на кожні 10 кадрів або не менше 10 точок на один ортофотоплан. Половина цих точок використовується для прив'язки, друга половина для підтвердження вимог точності. Точність формування рельєфу при цьому відповідає вимогам відповідного масштабу. Результатом роботи є файли формату geotiff з точністю, відповідної заданому масштабу. Формат geotiff включає в себе два файли - ортотрансформіровану аерофотозйомку і цифрову модель рельєфу (DEM - digital elevation model), які можна відкрити в будь-який ГІС програмі, наприклад ArcGis або GlobalMapper. За включеної DEM можна сформувати ізолінії рельєфу з будь-яким перепадом висот.

Висновки

Для створення 3D моделі рельєфу місцевості, за результатами аерофотозйомки виконується відновлення рельєфу за фотографіями з БПЛА. Спільно з DEM можливо видати рельєф по ізолініях з необхідною точністю. Стандартний формат - векторні лінії формату ArcGis, які імпортуються в будь-яку картографічну систему.

На сьогодні, розвиток цифрових методів фотограмметричної обробки вже призвів до появи програм і програмних комплексів, здатних обробляти навіть "неякісні" дані аерофотозйомки в автоматизованому режимі, при мінімальній участі оператора, тому аерофотознімання за допомогою БПЛА є досить перспективним напрямом для ведення кадастрових робіт.

Список літератури

1. Фотограмметрія : навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / О. Л. Дорожинський, Р. Тукай ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. – 332 с.
2. Електронний ресурс. Режим доступу
<http://gisinfo.ru/techno/photoscan.htm>
3. Електронний ресурс. Режим доступу
<http://unmanned.ru/service/aerophoto.htm>

Проблеми землеустрою України і шляхи їх вирішення

Теоретичні, методологічні та прикладні аспекти землеустрою досліджено у наукових працях вчених різних наукових напрямів – географів, аграріїв, ґрунтознавців, землевпорядників, геодезистів, економістів та інших фахівців. Разом з тим, багато питань сучасного землеустрою залишаються проблемними, потребують аналізу та подальших наукових досліджень.

Невід'ємною частиною економічної реформи, яка була розпочата в Україні на початку дев'яностих років минулого століття і триває до сьогодні, стало реформування земельних відносин. В Україні ліквідовано монополію держави на земельну власність, відбувається поступова передача землі у власність громадянам та юридичним особам, які можуть отримати права власності на землю, згідно із законодавством. Але поряд з позитивними змінами існують негативні, зокрема використання земельних ділянок без проектів землеустрою, призвело до низки кризових явищ економічного та екологічного характеру у землекористуванні.

Проблеми у сфері землеустрою виникли з різних причин і мають різну природу. Виокремлюють такі групи основних проблем землеустрою, незважаючи на те, що вони певним чином переплітаються [4]:

- теоретико-методологічні проблеми;
- нормативно-правові проблеми;
- екологічні проблеми землекористування;
- техніко-технологічні проблеми;
- організаційно-виробничі та інші суміжні проблеми.

Так, теоретико-методологічні проблеми виникли у зв'язку з реформуванням у сфері земельних відносин і розпочалися без відповідної теоретичної бази. Отже, об'єктивних передумов і можливостей розпочинати земельну реформу з першого року існування незалежної держави не існувало [3]. Земельна реформа проголошувалася як складова частина економічної реформи. Через те не відбулося наукового обґрунтування економічних, екологічних, соціальних, науково-технічних, організаційних і державно-правових перетворень, та не було забезпечення фінансовими, матеріальними та кадровими ресурсами. Не були визначені реформаторські кроки, обсяги робіт та строки їх виконання.

На сьогодні існує гостра потреба вдосконалення структури землеустрою. Досі не сформовані важелі управління землекористуванням та державного регулювання земельних відносин за допомогою розроблення

єдиних стандартів та нормативів щодо використання та охорони земель. Відсутні наукові прогнози розвитку територій за ієрархією. Потребує розробки наукова концепція консолідації земель. Цю функцію повинна взяти на себе держава, зокрема вона повинна викупити сільськогосподарські угіддя у громадян з метою створення єдиного державного земельного фонду. Потім ці землі на конкурсній основі надавати в оренду, та виконувати жорсткий державний контроль за дотриманням норм права, нормативів, стандартів та екологічної безпеки.

Нормативно-правові проблеми землеустрою полягають у недосконалій законодавчій базі України щодо земель, нормативів та стандартів землекористування, індикаторів допустимих навантажень на територію та інше. В багатьох нормативно-правових актах існують неузгодженості, суперечності з іншими нормативно-правовими актами, можливість неоднозначного тлумачення тих чи інших норм законодавства. Юридичні аспекти процедури отримання документів права власності на землю неоднозначні, запутані та виконуються протягом тривалого терміну. Все це створює незручності й проблеми не тільки нашим співвітчизникам, а й відлякує іноземних інвесторів.

На окрему увагу заслуговують питання формування ринку сільськогосподарських земель. Мораторій на купівлю-продаж цих земель, з одного боку стримує їх втрату, як неоціненного багатства українського народу, з іншого – гальмує ринок земельних відносин. Основними причинами, які перешкоджають створенню ефективної моделі ринку земельних ресурсів в Україні є низька купівельна спроможність більшості населення країни, відсутність відповідної ринкової інфраструктури, ефективної системи ціноутворення на різні категорії земель, належно сформованої законодавчої та нормативно-правової бази, дієвого організаційно-правового механізму оформлення угод тощо. На сьогодні за допомогою механізму оренди земельних ділянок на визначений термін можна збалансувати інтереси і гарантії виробників та захистити інтереси її власників.

Значної уваги потребують екологічні проблеми землекористування, оскільки вони є наслідком багаторічної недосконалої політики щодо землекористування та споживацького ставлення до земельних ресурсів. На сьогодні існує екологічно розбалансований склад земель. Значної шкоди земельним ресурсам завдають різко активізовані різноманітні деградаційні процеси (патологія ґрунтового профілю та генетичних горизонтів, порушення біоенергетичного, водного і хімічного режиму ґрунтів, забруднення ґрунтів тощо), які спричиняють зниження продуктивності ґрунтів та деградацію агроландшафтів. Водночас відбувається стале погіршення якості ґрунтів.

Проблеми земельних ресурсів України вимагають від фахівців

землевпорядних, екологічних, агрономічних, меліоративних та інших спеціальностей правильного підходу щодо організації використання земель. Варто звернути увагу на те, що дотримання науково обґрунтованих технологій використання земель дає змогу знижувати екологічні ризики їх використання.

Техніко-технологічні проблеми землеустрою виникають через слабку державну політику стосовно своєї території. Відбувається скорочення обсягів та зменшення кількості вишукувальних і проектних робіт із землеустрою; порушується технологія геодезичних робіт; часто роботи із землеустрою виконуються без прив'язки до державної геодезичної мережі; ускладнюються проблеми землеустрою через відсутність якісно нових картографічних матеріалів; жодним нормативним документом не передбачено перелік мінімальних одноразових заходів із землеустрою [4].

Що ж до організаційно-виробничих проблем землеустрою, то до них належать: недостатнє фінансове, кадрове та матеріально-технічне забезпечення землевпорядних робіт; не встановлені чіткі за ієрархічними рівнями джерела фінансування та не визначені індикатори їх результативності [4]. Досі не визначені в натурі межі земель державної, комунальної та приватної власності, прибудинкових територій. Не виконуються законодавчо закріплені норми економічного стимулювання заходів з охорони земель та підвищення родючості ґрунтів.

До організаційно-управлінської функції належить держаний контроль за використанням та охороною земель. Чинне законодавство України розрізняє наступні методи здійснення державного контролю за використанням та охороною земель, дотриманням вимог законодавства України про охорону земель і моніторинг ґрунтів: проведення перевірок; розгляд звернень юридичних і фізичних осіб; участь у роботі комісій при прийнятті в експлуатацію меліоративних систем і рекультивованих земель, захисних лісонасаджень, протиерозійних гідротехнічних споруд та інших об'єктів, які споруджуються з метою підвищення родючості ґрунтів та забезпечення охорони земель; розгляд документації із землеустрою, пов'язаної з використанням та охороною земель; проведення моніторингу ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. На здійснення державного контролю за охороною земель уповноважено багато органів. Практично кожен з них має відповідні структурні підрозділи. Нагальною потребою сьогодення є чітке розмежування їх компетенцій.

Існують також інші проблеми землеустрою, які можна назвати суміжними. Наприклад, не визначені місце і роль державного земельного кадастру як забезпечувальної інституції землеустрою. Не в повному обсязі виконується встановлений Земельним кодексом України перелік складових частин земельного кадастру та відповідних робіт за ними. Перш за все це відноситься до кадастрових знімів та функціонування державної земельної реєстраційної системи. Геодезичні дані кадастрових знімів під час видачі сертифікатів права власності та права користування землею не

контролюються регіональними підрозділами Центру державних земель, а це призводить до помилок під час виконання цього виду робіт, різних накладок та розбіжностей у визначенні меж суміжних земельних ділянок. У майбутньому це сприятиме чисельним скаргам від власників цих земельних ділянок та судових позовів, а також доведеться виконувати знову кадастрово-знімальні роботи через те, що вони до цього були виконані неякісно.

Висновки

Таким чином, в Україні ще не сформована ефективна система землекористування з виконанням заходів землеустрою. Узагальнюючи вищезазначене, проблемні питання варто вирішувати таким шляхом:

- системний підхід повинен стати методологічною основою сучасного землеустрою, який орієнтований на вивчення складно сформованих об'єктів, їх внутрішніх та зовнішніх зв'язків;

- необхідно надалі розвивати та удосконалювати законодавчу базу землеустрою;

- розробляти і приймати нормативно-законодавчі акти, орієнтовані на розвиток ринкових економічних відносини;

- створювати базу даних про земельні ресурси з інтеграцією в Національну інфраструктуру геопросторових даних з подальшим використанням інформаційних ресурсів під час здійснення землеустрою.

Список літератури

1. Закон України "Про землеустрій" // Відомості Верховної Ради України. - 2003. - № 36. - С. 282.

2. Земельний кодекс України // Відомості Верховної Ради України. - 2002. - № 3, 4. - С. 27.

3. Земельні відносини в Україні: зб. інформ.-аналіт. матеріалів (1991-2010 роки) / В.П. Горбулін, Л.Д. Греков, А.Д. Рорченко та ін.; за заг. ред. В.П. Горбуліна. - 2-ге вид., переробл. і допов. - К.: Істина, 2010. - 136 с.

4. Мельничук О., Черняга П. Сучасні проблеми землеустрою та способи їхнього вирішення // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, 2010. – вип. II(20).- С. 167-170.

5. Семеряк Ю.А., Москва М.Г., Далик В.П. // Ринок сільськогосподарських земель в Україні: особливості формування та розвитку. [Електронний ресурс]. - http://www.rusnauka.com/31_PRNT_2010/Economics/73310.doc.htm

Кадастр земель транспорту

У статті на підставі нормативно-правових документів розглянуто кадастр земель транспорту як невід'ємну складову Державного земельного кадастру. Досліджено такі складові транспортних земель як землі річкового, автомобільного (включно із землями дорожнього господарства), авіаційного, залізничного транспорту та міського електротранспорту.

Відповідно до Закону України «Про земельний державний кадастр», Державний земельний кадастр – це єдина державна геоінформаційна система відомостей про землі, розташовані в межах державного кордону України, їх цільове призначення, обмеження у їх використанні, а також дані про кількісну і якісну характеристику земель, їх оцінку, про розподіл земель між власниками і користувачами. Для детального вивчення кадастру земель транспорту потрібно визначити, які землі відносять до транспортних земель.

Землі річкового транспорту – це землі, надані під спеціалізовані причали, пристані й затони з усіма технічними спорудами та устаткуванням, призначеним для обслуговування річкового транспорту; пасажирські вокзали, павільйони і причали; судноплавні канали, судноплавні, енергетичні та технічні споруди, службово-технічні будівлі; берегоукріплювальні споруди й насадження; спеціальні насадження для вирощування деревини, у тому числі ділової; вузли зв'язку, радіоцентри та радіостанції; будівлі, берегові навігаційні знаки, інші споруди для обслуговування водних шляхів, ремонтно-експлуатаційні бази, майстерні, склади, судноверфі та інші об'єкти, які забезпечують роботу річкового транспорту.

Правовий режим земель річкового транспорту визначається Земельним Кодексом України (ЗК), постановою Кабінету Міністрів України від 18 грудня 1998 р. № 2024 «Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів». Земельні ділянки для потреб річкового транспорту надаються у порядку, передбаченому главами 19 і 20 ЗК у власність, постійне користування та в оренду річковим портам, суднобудівним і судноремонтним заводам та Іншим суб'єктам. Їхні права та обов'язки як землекористувачів визначені ст.ст. 90–96 ЗК.

Землі автомобільного транспорту поділяються на два види: власне землі автомобільного транспорту і землі дорожнього господарства. До земель автомобільного транспорту належать землі, надані під споруди та устаткування енергетичного, гаражного і паливороздавального господарств, автовокзали, автостанції, лінійні виробничі споруди, службово-технічні будівлі, станції технічного обслуговування, автозаправні станції, автотранспортні, транспортно-експедиційні підприємства, авторемонтні заводи, бази та інші об'єкти, які забезпечують роботу автомобільного транспорту.

Землями дорожнього господарства є землі, надані в користування під проїзну частину, узбіччя, земляне полотно, декоративне озеленення, резерви, кювети, мости, тунелі, транспортні розв'язки, водопропускні споруди, підпірні стінки, смуги відведення і розташовані в їхніх межах інші споруди та обладнання. До складу цих земель входять також землі, які знаходяться за межами смуг відведення і розташовані в їхніх межах інші споруди, що забезпечують функціонування автомобільних доріг (паралельні об'їзні дороги, паромні переправи, снігозахисні споруди і насадження, протилавинні та протисельові споруди, вловлюючі з'їзди, майданчики для стоянки транспорту і відпочинку, підприємства та об'єкти служби дорожнього сервісу тощо).

Основною складовою земель автомобільного транспорту є автомобільні дороги. Вони становлять лінійний комплекс інженерних споруд, призначений для безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів. У ст. 5 Закону України від 8 вересня 2005 р. «Про автомобільні дороги» визначені наступні види автомобільних доріг: автомобільні дороги загального користування; вулиці і дороги міст та інших населених пунктів; відомчі (технологічні) автомобільні дороги; автомобіль дороги на приватних територіях.

Автомобільні дороги загального користування є складовою Єдиної транспортної системи України і задовольняють потреби суспільства в автомобільних пасажирських і вантажних перевезеннях. Вони перебувають у державній власності і не підлягають приватизації. Зазначені дороги можуть передаватися безоплатно в комунальну власність за рішенням Кабінету Міністрів України тільки у випадку входження до вулично-дорожньої мережі у зв'язку з розширенням меж їхніх територій. Вулиці і дороги міст та інших населених пунктів перебувають у віданні органів місцевого самоврядування і є комунальною власністю. Ділянки вулиць і доріг міст та інших населених пунктів, що суміщаються з автомобільними дорогами державного значення, належать до Єдиної транспортної системи України і також не підлягають приватизації.

Відомчими (технологічними) автомобільними дорогами є внутрішньогосподарські технологічні дороги, що знаходяться у власності юридичних або фізичних осіб. Управління функціонуванням і розвитком таких доріг здійснюється юридичними або фізичними особами, у власності яких вони перебувають згідно з вимогами законодавства. Власниками автомобільних доріг, які розташовані на приватних територіях є юридичні (недержавні) або фізичні особи. Складовими таких автомобільних доріг можуть бути: земляне полотно, проїзна частина, споруди дорожнього водовідводу, штучні споруди та технічні засоби організації дорожнього руху.

Правовий режим земель автомобільного транспорту визначається законами «Про автомобільні дороги», «Про транспорт», законами України від 5 квітня 2001 р. «Про автомобільний транспорт» (в редакції Закону від 18 грудня 2012 р.), від 30 червня 1993 р. «Про дорожній рух», Єдиними правилами ремонту утримання автомобільних доріг, вулиць, залізничних переїздів, правилами користування ними та охорони, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1994 р. № 198, постановою

Міністрів України від 18 серпня 1994 р. № 567 «Про заходи щодо створення безпечних умов для міжміських і міжнародних перевезень автомобільним транспортом постановою Кабінету Міністрів України від 24 червня 2006 р. № 865 «Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення» та Порядком видачі дозволів на розміщення, будівництво, реконструкцію функціонування об'єктів сервісу на землях дорожнього господарства та згод і погоджень на об'єкти зовнішньої реклами автомобільних доріг загального користування, затвердженого наказом Державної служби автомобільних доріг України від 29 вересня 2005 р. № 414.

До земель авіаційного транспорту належать землі, надані в користування під аеропорти, аеродроми (вертольотодроми, гідроаеродроми), відокремлені споруди (об'єкти управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки, очисні та інші споруди), вертольотні станції, ремонтні заводи цивільної авіації, майданчики для експлуатації повітряних суден та інші службово-технічні будівлі і споруди, які забезпечують роботу авіаційного транспорту. Для забезпечення безпеки польотів повітряних суден на землях авіаційного транспорту встановлюються спеціальні охоронні зони, що включають приаеродромні території смуги повітряних підходів.

Приаеродромна територія (прилегла до аеродрому зона контролю та обліку об'єктів і перешкод) становить обмежену встановленими розмірами місцевість навколо аеродрому, над якою здійснюється маневрування повітряних суден. Про її розміри власник аеродрому або аеропорту (чи уповноважена ним особа) повинен повідомити відповідну місцеву раду, підвідомча територія яких повністю чи частково потрапляє під приаеродромну територію. На цій території запроваджується особливий режим одержання дозволу на будівництво (реконструкцію) та іншу діяльність тільки за узгодженням з органом державного регулювання діяльності авіації та відповідною радою. Підприємства, установи та організації, а також громадяни, які допустили порушення правил будівництва та інші дії на приаеродромній території, відповідно до ст. 41 Повітряного Кодексу (ПК) України зобов'язані на вимогу власника аеродрому або аеропорту чи уповноваженої ним особи припинити будівництво або іншу діяльність на цій території та у встановлений строк за свої кошти і власними силами провести усунення допущених порушень. Правовий режим земель авіаційного транспорту визначається Земельним Кодексом, Повітряним Кодексом, а також Законом України «Про транспорт».

До земель міського електротранспорту належать землі під виокремленими трамвайними коліями та їх облаштування метрополітеном, коліями та станціями фунікулерів, канатними дорогами, ескалаторами, трамвайно-тролейбусними депо, вагоноремонтними заводами, спорудами енергетичного і колійного господарств, сигналізації і зв'язку, службовими і культури побутовими приміщеннями та іншими спорудами, необхідними для забезпечення роботи міського електротранспорту. Правовий режим цих земель визначається Земельним Кодексом, законами «Про транспорт», «Про дорожній рух», Законом України від 29 червня 2004 р. «Про міський електричний

транспорт», а також Правилами експлуатації трамвая та тролейбуса, затвердженими наказом Держжитлокомунгоспу від 10 грудня 1996 р. № 103.

Землі, що надаються в користування залізничному транспорту загального користування та їх склад визначаються Законом України «Про залізничний транспорт» [3]. Закон, зокрема, регламентує термін «смуга відведення» – це землі залізничного транспорту, що зайняті залізничним полотном, інженерними та штучними спорудами, обладнанням, лінійно-колійними та іншими технологічними будівлями, пристроями залізничної сигналізації, енергетики та зв'язку, лініями електропостачання, захисними лісонасадженнями, спорудами тощо. Для забезпечення у межах смуги відведення нормальної експлуатації залізничних колій, ліній електропостачання та зв'язку, інших пристроїв та об'єктів залізничного транспорту загального користування, а також у місцях, де є небезпека зсувів, обвалів, розмивів, селей, снігозанесень та інших небезпечних впливів, встановлюються охоронні зони – ділянки землі, прилеглі до земель залізничного транспорту загального користування і необхідні для забезпечення збереження, міцності та стійкості споруд, пристроїв та інших об'єктів залізничного транспорту. Для створення геоінформаційної системи кадастру залізниць, що включає сукупність просторово-часових, кількісних і якісних показників, потрібні дані щодо всіх видів нерухомого та рухомого майна, у тому числі по територіях смуги відведення і охоронних землях.

Нерухомість на залізничному транспорті об'єднує будівлі, споруди, землі в смузі відведення та багаторічні насадження. Нерухоме майно, що становить основу інфраструктури залізничного транспорту, включає як виробничі, так і невиробничі основні фонди. Перелік нерухомості, що входить до складу виробничих фондів, досить великий [1, 2]. Це залізничні шляхи, вокзали, локомотивні і вагонні депо, тягові підстанції, мийки, очисні споруди та інші об'єкти. До нерухомості невиробничого призначення належать: житлові будинки, вищі та середні навчальні заклади, школи, лікарні, клуби, і т.д. Причому, часто велика кількість земель не використовується взагалі, використовуються неефективно або неграмотно, іноді експлуатація земель проводиться з порушенням природоохоронного законодавства. Визначити такі місця можна за допомогою засобів просторового аналізу на базі матеріалів космічної та аерозйомки.

Висновки

Отже, кадастр земель транспорту – це система обліку кількості та якості земель, яка призначена для забезпечення державних органів влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, організацій, установ і громадян вірогідними й необхідними відомостями про стан і правовий режим земель транспорту із метою організації раціонального використання та охорони земель.

Список літератури

1. Земельні відносини в Україні: Законодавчі акти і нормативні документи / Держкомзем України. – К.: Урожай, 1998. – 816 с.
2. Новаковський Л.Я., Третьак А.М., Муховиков А.М., Леонєць В.О. Земельний кадастр: проблеми реформування та автоматизації / За ред. Л.Я. Новаковського. – К.: Урожай, 2008. – 183 с.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 06.06.2007 № 803 «Про затвердження Порядку відчуження об'єктів державної власності» [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/803-2007-%D0%BF>

Аналіз інформаційної системи містобудівного кадастру

Інформаційна система містобудівного кадастру містить взаємопов'язані дані, відрізняється великим обсягом інформації, містить інформацію про землекористування (землеволодіння), будівлі, споруди та іншу нерухомість, ділянки і вузли інженерних мереж, ділянки і вузли вулично-дорожньої мережі, територіальні зони, картографічну та геодезичну інформацію, а також інші відомості, які необхідні органам виконавчої влади. Ефективність функціонування системи значною мірою залежить від вибору науково-обґрунтованих методів під час її створення, принципів, покладених у її основу.

Містобудівний кадастр є складовою частиною державної системи кадастрової документації, яка вміщає відомості про земельні, водні, лісові та інші ресурси і забезпечує єдність обліку й контролю використання природних ресурсів. Вирішуючи однакові з іншими кадастрами завдання, містобудівний кадастр має свої характерні особливості, які обумовлюються специфікою міського середовища, характером інфраструктури і екологічної ситуації, що виражаються в спеціальних методах диференціації території на зони різної економіко-будівельної цінності.

Реалізація містобудівного кадастру дає можливість забезпечити органи управління, проектні установи, зацікавлені організації і особи актуальною і об'єктивною Інформацією про дійсний стан і статус об'єктів землекористування та нерухомості, зміни їх характеристик, функціонального використання, результатів економічної оцінки, метричні дані тощо.

Містобудівний кадастр формується на базі кадастрової інформації, що включає відомості про просторове положення об'єктів міського середовища, які розміщені на земній поверхні, над і під нею, явищ і процесів, які відбуваються на території населеного пункту, економічний і правовий статус цих територій і об'єктів, їх природні та господарські, кількісні і якісні характеристики.

Дані містобудівного кадастру використовуються для вирішення задач планування, забудови і прогнозування розвитку населених пунктів; проектування розміщення будівництва і реконструкції об'єктів житлового, виробничого і громадського призначення; створення і реконструкції інженерно-технічної, транспортної та соціальної інфраструктури: регулювання земельних й економічних відносин; визначення зон економічної оцінки території; аналіз використання міських земель і контроль за використанням природних ресурсів тощо.

Система містобудівного кадастру регулює:

- правовий режим земель, включаючи питання власності на надра та експлуатацію природних ресурсів;
- права та обов'язки землевласників, землекористувачів, орендарів;
- основні принципи податкової політики;

- контроль за використанням та охороною земель і навколишнього середовища;

- бюджетні питання.

Система містобудівного кадастру України представляє собою трирівневу структуру: базовий рівень, обласний рівень, державний рівень.

На базовому рівні в адміністративних районах та містах обласного підпорядкування проводять збір кадастрових даних, їх обробку, створюють інформаційні системи для споживачів. Базовий рівень включає дві основні взаємопов'язані структурні одиниці підсистеми): «Територія» і «Об'єкти». Він містить кадастрову інформацію про міську територію і розташовані на ній об'єкти. У першій структурній одиниці виділені штучні території (райони) і природні, які поділяються на основні територіальні одиниці (ОТО): квартал (мікрорайони), вулиці, дороги, майдани, перехрестя і територіальні одиниці для окремих ОТО. Друга структурна одиниця базового рівня подана у вигляді шести баз даних кадастрової інформації про цивільні та промислові будинки, споруди й будівлі, лінійні об'єкти, геологічні та гідрологічні об'єкти, зелені насадження, соціальні, кліматичні, екологічні та інші явища і процеси.

Склад і зміст інформації базового рівня визначається загальноміськими завданнями й вимогами підрозділів і виконкому міста, різних міських інстанцій, установ і окремих осіб.

На обласному рівні проводять систематизацію базових даних, узагальнюють їх, розробляють методологію ведення кадастру, сприяють підготовці та підвищенню кваліфікації фахівців.

Розробку правової та нормативної бази, ліцензування суб'єктів ведення містобудівного кадастру проводять на рівні держави. Тут проводять узагальнення всієї роботи, яка ведеться в галузі містобудівного кадастру, розробляють на цій основі загальнодержавні принципи його структури та ведення.

Ведення кадастру вирішує питання економічної оцінки окремих територій з метою встановлення розмірів податків, обліку власників і користувачів об'єктів кадастру, регулювання земельних та інших відносин, контроль реалізації рішень і постанов органів влади в галузі містобудування, земельних відносин – і має особливе значення для прийняття відповідних рішень та володіння необхідною, актуальною інформацією органів влади.

Базою містобудівного кадастру є картографічна основа, з допомогою якої створюють кадастрові плани. На кадастрових планах зображують кадастрові об'єкти; межі адміністративних районів, землеволодінь і землекористувань, наземні та підземні будівлі й споруди, комунікації тощо. При цьому максимально використовують топографічні плани і карти на дану територію, а також інформацію служб і відомств, які відають питаннями експлуатації, управління та перспективного розвитку територій.

Створення і функціонування інформаційних систем містобудівного кадастру ґрунтується на таких основних принципах:

- Принцип системності. Система розглядається як сукупність взаємопов'язаних елементів, підпорядкованих певній меті. Цей принцип дає змогу чітко визначити цілі створення інформаційних систем і загальні

властивості системи як єдиного цілого; виявляє критерії декомпозиції системи та різноманітні типи зв'язків між її елементами.

- Принцип модульності. Передбачає побудову інформаційної системи у вигляді взаємопов'язаних і взаємодоповнюваних модулів; причому заміна одного модуля іншим не порушує цілісності системи.

- Принцип адаптованості (гнучкості). Забезпечує пристосування системи до нових умов функціонування зі збереженням її працездатності.

- Принцип безперервності розвитку (відкритість). Інформаційні системи створюється з урахуванням можливості постійного поповнення та оновлення функцій системи і видів її забезпечень. Визначає інформаційну систему як систему, здатну до розвитку і вдосконалення з використанням новітніх технологій процесу обробки даних. Система повинна нарощувати свої обчислювальні потужності, оснащуватися новими технічними та програмними засобами, бути здатною постійно розширювати і оновлювати коло завдань та інформаційний фонд, створюваний у вигляді системи баз даних.

- Принцип стандартизації та уніфікації. Для проектування інформаційних систем слід використовувати, в розумних межах, типові рішення. Передбачає необхідність застосування типових уніфікованих і стандартизованих елементів функціонування. Зменшує часові, трудові та вартісні витрати на створення системи за максимально можливого використання нагромадженого досвіду в формуванні проектних рішень і впровадженні автома-тизації проектувальних робіт.

- Принцип «нові завдання». Передбачає вирішення нових завдань, які раніше не розглядалися.

- Принцип надійності. Передбачає стійкість роботи системи в умовах збоїв у окремих її елементах.

- Принцип сумісності. Полягає у здатності різних (з інформаційного, технічного і технологічного аспектів) системи взаємодіяти. Забезпечує здатність взаємодії систем різних видів, рівнів у процесі спільного функціонування

- Принцип однократності введення. Передбачає одноразове введення інформації та багаторазове, багаточільове її використання.

- Принцип «доброзичливості». Система повинна бути простою і доступною для встановлення, вивчення та експлуатації.

- Принцип ефективності. Передбачає досягнення раціонального співвідношення між витратами на створення системи та цільовим ефектом, одержуваним під час її функціонування. Інформаційна система не повинна розоряти користувача і має окуповуватися як матеріально, так і морально.

- Принцип автоматизації. Передбачає безпаперову технологію, яка полягає у комплексному використанні технічних засобів на всіх стадіях технологічного процесу оброблення інформації.

- Принцип безпеки. Передбачає забезпечення збереження і цілісності комерційної інформації у системі.

Основою програмних комплексів є використання математичних методів обробки даних геодезичного обґрунтування, топографічних знімків та оперативне оновлення чинних картографічних матеріалів. Обчислення площ

контурів супроводжується оцінкою їх точності, виконаною за середніми квадратичними похибками положення точок, отриманих автоматично в результаті обробки геодезичних мереж та топографічних знімів. Системи підтримують різні класи точності проведення топографо-геодезичних робіт.

У результаті обробки вихідних даних програми формуються плани земельних ділянок, які характеризуються точно прорахованими відповідними значеннями параметрів і площ. Векторний шар земельних ділянок становить підоснову містобудівного кадастру конкретного населеного пункту, на який надалі наносяться інші кадастрові або топооб'єкти.

За бажанням користувача формується цифрова карта з будь-якою кількістю шарів топографічних об'єктів, що розташовані на території будь-якої площі та конфігурації. Отримана цифрова карта є основою картографічного аспекту геоінформаційної системи містобудівного кадастру. Створення банку даних містобудівного кадастру відбувається в наступних масштабах:

- схема міста (М 1:10000, 1:25000, 1:50000);
- схеми кварталу (М 1:2000, 1:5000, 1:10000);
- земельні ділянки (М 1:500, 1:1000, 1:2000).

При створенні державного містобудівного кадастру однією з основних проблем є розробка його структури змісту і систем класифікації й кодування кадастрової інформації. Завершальним результатом робіт є створення інформаційної автоматизованої системи та організаційної структури містобудівного кадастру, які забезпечують збір, нагромадження, аналіз, обробку, оновлення, зберігання, облік і видачу кадастрової інформації споживачам: установам, організаціям і приватним особам. Кадастрова інформація може видаватись споживачам у графічному, текстовому або цифровому вигляді.

Містобудівний кадастр створюється як розподілена геоінформаційна система та ведеться на основі даних Державного земельного кадастру: на державному рівні, на обласному рівні, на районному рівні, на рівні міст.

Цілісність системи містобудівного кадастру забезпечує розроблення Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства єдиних правових, нормативних та методичних документів щодо створення та ведення кадастру на відповідному рівні.

Висновки

Отже, інформаційна система містобудівного кадастру - це система, що містить дані про елементи території й об'єкти міського середовища, їх правовий і господарський статус, екологічну та інженерно-геологічну ситуацію, інженерно-комунікаційні, транспортні, енергетичні й інші мережі, їх просторове розміщення і технічні характеристики це є основними техніко-економічними показниками містобудівної документації.

Створення інформаційної системи містобудівного кадастру дає змогу об'єднати інформацію багатьох організацій і служб, що функціонують на одній території, уникнути дублювання під час збирання та зберігання інформації, забезпечити актуальність інформації та взаємообмін даними.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 року № 559 "Про містобудівний кадастр".
2. М.Г.Ступень, І.М. Добрянський, О.Я. Микула, Н.Р.Шпик. Містобудівний кадастр. Львів 2003 р.

Геоінформаційне забезпечення тривимірного кадастру транспорту

Сформульовано перелік інформаційних блоків спеціалізованих ГІС для збору кадастрової інформації про стан автомобільних доріг та транспортних споруд з ними пов'язаних для тривимірного кадастру. Визначено перелік інформаційних шарів ГІС та зміст атрибутивної інформації.

Інтеграція України до європейської транспортно-логістичної мережі передбачає приділення першочергової уваги підвищенню якості транспортної системи, зокрема, мережі автомобільних доріг.

Керування транспортною галуззю неможливе без доступу до структурованої публічної інформації про стан автомобільних доріг та земель на яких ці дороги знаходяться.

Крім того Міністерство інфраструктури України хоче зробити спробу реформувати систему обслуговування, ремонту та будівництва доріг і передати окремі автомобільні дороги загального користування або їх ділянки, проїзні частини, штучні споруди (мости і шляхопроводи), технічні засоби організації дорожнього руху та зовнішнє освітлення на них безоплатно із державної у комунальну власність. Це потребуватиме ще більш деталізованого обліку.

Нині технічний облік, інвентаризація та паспортизація доріг і шляхових споруд здійснюється на основі «Типової інструкції по обліку та паспортизації автомобільних доріг». Ці функції покладено на органи державного управління автомобільними дорогами загального користування.

Слід зазначити, що відповідно до законодавства України, автомобільні дороги умовно поділяються на чотири категорії: автомобільні дороги загального користування; вулиці і дороги міст та інших населених пунктів; відомчі (технологічні) автомобільні дороги; автомобільні дороги на приватних територіях. За кожен з видів доріг відповідає окремий орган управління. Це створює плутанину у підходах, організації робіт, використаному програмному забезпеченні та швидкості реалізації процесу інформатизації в дорожній галузі.

В Україні було запроваджено ініціативу розвитку системи управління розвитком і станом автодоріг на базі геоінформаційних технологій – геоінформаційної системи автомобільних доріг (ГІСАД), розроблення якої почалося ще у 2008 році. Виконання цих робіт мало несистемний характер. Були створені тільки локальні відомчі територіально розподілені інформаційно-телекомунікаційні мережі [2].

В Україні у дорожній галузі вже функціонують автоматизовані системи, що збирають та опрацьовують дані про стан автомобільних доріг державного значення та інженерних споруд на них: система управління станом дорожніх покриттів (СУСП); електронний паспорт автомобільних доріг

(ЕПАД); аналітично-експертна система управління мостами (АЕСУМ); проект організації дорожнього руху (ПОДР); галузева база даних обліку ДТП та інші

Але нажаль, дані для цих інформаційних систем збираються та використовуються розрізнено, часто-густо суперечливі та не передбачають інтероперабельності (їх використання за межами цих систем не передбачено).

У 2009 році було затверджено Концепцію програми інформатизації дорожньої галузі. В межах цієї програми передбачено розроблення підсистеми обліку автомобільних доріг (паспортизації) для завдань створення автоматизованих баз даних про мережу доріг загального користування та штучних споруд на них, їх протяжність і технічний стан для раціонального планування робіт з реконструкції, ремонту та експлуатаційного утримання автодоріг; конвертація та актуалізація існуючої даних в єдину базу даних, збір та наповнення нових даних відповідно до номенклатури єдиної бази даних. Нажаль роботи в цьому напрямку стримуються недостатнім фінансуванням.

Нажаль, технічний облік, інвентаризація та паспортизація доріг здійснюється окремо від робіт зі створення кадастрових та земельних інформаційних систем, виконується в системі плоских прямокутних координат, що не дозволяє коректним чином здійснювати облік просторових об'єктів, таких як дорожні розв'язки, мости, тунелі, метрополітени тощо.

У зв'язку з цим, виникає необхідність розробки та впровадження на території України тривимірного кадастру нерухомості, зокрема, транспортних споруд до складу якого входитиме інформація про земельну ділянку, підземні та надземні споруди на ній.

Крім цього актуальними є проекти зі створення міських інтелектуальних транспортних систем (ІТС). Відомо, що ІТС, вміщують в себе автоматизовані адаптивні системи управління вантажним, громадським і пасажирським транспортом. Вирішення цього завдання базується на комплексному моніторингу та аналізі в режимі реального часу актуального стану на дорозі. При цьому теж необхідне координатне забезпечення ІТС тривимірними координатами.

На користь тривимірного кадастру свідчить стрімкий розвиток технологій лазерного сканування в результаті якого з високою точністю отримуються тривимірні координати транспортних споруд та прилеглих територій. Мова повинна йти про *геоінформаційний простір* – сукупність інформаційних координованих комп'ютерних моделей території що є цифровим описом сукупності часткових представлень досліджуваного геопростору, створених людиною в комп'ютерному середовищі і призначених для комп'ютерного використання при рішенні просторових задач і виробленні просторових рішень [1].

Відомо, що кадастр це – систематизоване зведення відомостей, які складаються періодично шляхом безперервного нагляду за відповідним об'єктом. Призначення кадастру – облік об'єктів, збір відомостей про їх характеристики та збереження у зручній для використання формі.

Для запровадження тривимірного кадастру нерухомості до складу інформаційних шарі системи слід ввести такі об'єкти:

дорожній одяг - одно- або багат шарова конструкція проїзної частини автомобільної дороги, яка сприймає навантаження від транспортних засобів і передає його на ґрунт земляного полотна;

дорожня розмітка - лінії, написи та інші позначення, що нанесені фарбою або виготовлені з відповідних матеріалів та закріплені на проїзній частині вулиць та доріг, на бордюрах, на штучних спорудах; призначені для інформування користувачів доріг про порядок та режими руху на дорозі і їх орієнтування;

- *штучні споруди* - інженерні споруди, призначені для руху транспортних засобів і пішоходів через природні та інші перешкоди, а також сталого функціонування автомобільної дороги (мости, шляхопроводи, естакади, віадуки, тунелі, наземні та підземні пішохідні переходи, наплавні мости та поромні переправи, розв'язки доріг, підпірні стінки, галереї, уловлювальні з'їзди, снігозахисні споруди, протилавинні і протисельові споруди тощо).

- *елементи санітарного облаштування* - туалети, урни, контейнери для сміття та інше обладнання, призначене для санітарних потреб,

- *інженерне облаштування* - спеціальні споруди та засоби, призначені для забезпечення безпечних та зручних умов руху (освітлення, технологічного зв'язку, вимірювання вагових і габаритних параметрів транспортних засобів, примусового зниження швидкості руху тощо);

- *об'єкти дорожнього сервісу* - спеціально облаштовані місця для зупинки маршрутних транспортних засобів, майданчики для стоянки транспортних засобів, майданчики відпочинку, видові майданчики, автозаправні станції, пункти технічного обслуговування, мотелі, готелі, кемпінги, торговельні пункти (у тому числі малі архітектурні форми), автозаправні комплекси, складські комплекси, пункти медичної та технічно-евакуаційної допомоги, пункти миття транспортних засобів, пункти приймання їжі та питної води, автопавільйони, а також інші об'єкти, на яких здійснюється обслуговування учасників дорожнього руху та які розміщуються на землях дорожнього господарства або потребують їх використання для заїзду та виїзду на автомобільну дорогу;

- *споруди дорожнього водовідводу* - споруди, призначені для відводу поверхневих та ґрунтових вод від земляного полотна та проїзної частини (бокові канави, водовідвідні канави, нагірні канави, водопропускні труби, відкриті та закриті дренажні системи, зливові каналізація тощо);

- *технічні засоби* - спеціальні технічні засоби, призначені для організації та регулювання дорожнього руху (дорожні знаки, інформаційні табло, дорожня розмітка, сигнальні стовпчики, транспортні та пішохідні огороження різних типів, світлофорне обладнання тощо).

Висновки

В роботі проаналізовано стан координатного та інформаційного забезпечення автомобільних доріг. Відзначено недосконалість окремого збору інформації про автомобільні дороги різного відомчого підпорядкування.

Обґрунтовано актуальність впровадження тривимірного кадастру нерухомості.

Список літератури

1. Карпик А. П., Хорошилов В. С. Сущность геоинформационного пространства территорий как единой основы развития государственного кадастра недвижимости // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 134–136.
2. Ковальчик О. Інформаційні системи в автодорожній галузі: стан і тенденції розвитку / О. Ковальчик, Д. Дмитрів // Галицький економічний вісник. – 2012. – №2 (35). – С. 52 – 61.

Генералізація в цифровій картографії

Карти не є повними копіями реальності, але вони відтворюють керовану, масштабовану її версію. Це відноситься в рівній мірі і до цифрових, і до друкованих картках. В роботі аналізуються методи та способи проведення генералізації цифрових карт..

Картографічна генералізація – це процес відбору і узагальнення об'єктів реальної дійсності під час складання карт відповідно до їх призначення, масштабу та особливостей території картографування [1]. Генералізація цифрових карт характеризується відображенням значної кількості геопросторових даних у великому діапазоні масштабів.

Генералізація цифрових та електронних карт, як моделі місцевості обмежуються зоровим сприйняттям об'єктів під час візуалізації. На карті є недостатнім показ тільки просторових характеристик елементів місцевості. Необхідно подати атрибутивні та інші описові характеристики об'єктів. Для цього потрібно система картографічних умовних знаків. Але вони також займають певну площу на карті. Тому приходится відбирати, які умовні знаки будуть зображенні на електронній карті, а якими можна знехтувати. Відбір здійснюється із врахуванням форми та розміру елемента місцевості, його призначення серед споріднених об'єктів, типовості або винятковості для певної території, що картографується. Він супроводжується об'єднанням об'єктів у групи за певними ознаками з абстрагуванням від конкретних ознак кожного з них, встановленням ступеня докладності характеристик (узагальнення) об'єктів на цифровій карті.

Виділяється декілька видів генералізації: узагальнення якісних характеристик; узагальнення кількісних характеристик (укрупнення шкал, об'єднання градацій картограм); перехід від простих понять до складних (введення узагальнених позначень); відбір об'єктів; узагальнення контурів (зняття дрібних деталей); об'єднання контурів (дрібні ділянки лісу можуть бути приєднані до більш крупних); зміщення елементів зображення.

Якщо говорити про друковані карти, що створюються на основі цифрових карт, дуже ефективним з точки зору часових та грошових витрат є виробництво різномасштабних картографічних продуктів на основі даних, які централізовано зберігаються в єдиній базі даних, що містить і підтримує всі оновлення.

Однак для того, щоб забезпечити ефективність компонування даних у великому діапазоні масштабів, більшу частину даних необхідно генералізувати з метою збереження ясності і особливостей форми об'єктів при їх відображенні в дрібніших масштабах. Приклад картографічної генералізації можна представлений на рис.1., на якому відображені фрагменти електронних карт різного масштабу [2].

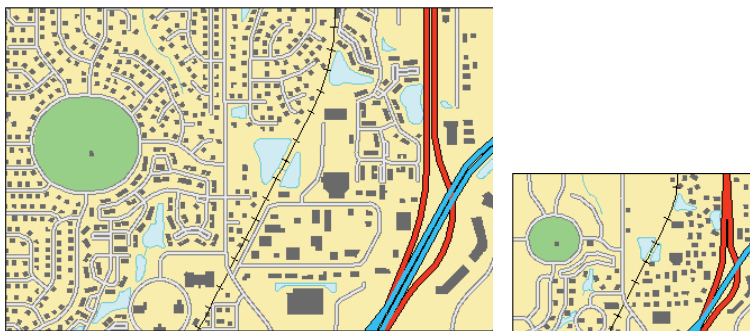


Рис. 1. Приклад генералізації цифрової карти
(масштаби 1:18 000 та 1:36 000)

Об'єкти бази просторових даних отримуються різними способами: це можуть бути знімки, аерофотознімки, дані існуючих карт, моделі місцевості і навіть шляхові точки. Геометрія і положення цих об'єктів мають точність і дозвіл, відповідні масштабом джерел. Якщо дані будуть відображатися на карті саме конкретно заданого масштабу, допустима густота і необхідна точність будуть збережені.

Відображення даних у більш дрібних масштабах, в порівнянні з вихідним, є допустимим, а в більших масштабах - немає, тому що карти великих масштабів вимагають наявності більш повних і точних даних, ніж існуючі. Найбільш ефективним з точки зору часових та грошових витрат є збір даних в максимально великому масштабі і їх подальша генералізація для відображення в більш дрібних масштабах.

При генералізації необхідно враховувати не тільки конкретні об'єкти, але і просторові і логічні відносини між тими з них, які є важливими для візуальної характеристики картографуванню місцевості. Всі об'єкти, розміщені на карті повинні конкурувати за місце на сторінці і читабельність. Деякі об'єкти, які не можна побачити на місцевості - наприклад, ізолінії і адміністративні кордони, також повинні бути показані і підписані на карті, поряд з видимими об'єктами, такими як дороги або гідрографічні об'єкти [3].

Існують об'єкти, які повинні бути показані на карті за допомогою символів, що мають в масштабі карти більший розмір, ніж ці об'єкти мають на місцевості, для того, щоб вони залишалися читаються. Це сприяє злиттю графічних об'єктів при відображенні, яке посилюється при зменшенні масштабу карти, викликаючи необхідність проведення подальшої генералізації даних.

Перетворення можуть бути простими, спрямованими на конкретний об'єкт, наприклад, спрощення відображення річки за допомогою видалення непотрібних, дрібних меандрів. Однак неважко переконатися в тому, що такі, здавалося б, прості зміни можуть привести до необхідності здійснення додаткових принципових змін. Видалення навіть невеликих меандрів може привести до того, що річка на карті буде перетинати будівлі або, наприклад,

буде втрачено узгодження річки з мостами або ізолініями. Більшість завдань, пов'язаних з генералізацією, вимагає спільного розгляду цих об'єктів з метою забезпечення ясності даних і забезпечення легкого розпізнавання набору даних.

У більшості картографічних виробничих процесів генералізація зазвичай складається з двох окремих фаз. Якщо з основної бази даних необхідно отримати кілька наборів даних для різних масштабів, для будь-якої обробки перш за все потрібно зробити із загальної бази окремі бази даних для відповідних масштабів. База даних конкретних масштабів зазвичай призначається для покриття регульованого діапазону масштабів, в межах кожного з яких об'єкти будуть відображатися однаковим чином. Покроковий процес обробки даних для баз даних конкретних масштабів не є картографічним. Відображення даних за допомогою символів не встановлюються, не передбачається, а теми не оцінюються на предмет виявлення можливих конфліктів. Замість цього зменшується густота об'єктів на карті і зменшується їх детальність для того, щоб дані відповідали певного діапазону масштабів. Такий процес носить назву генералізація моделі.

Друга стадія - картографічна генералізація - авторська робота над картою, яка здійснюється після того, як встановлені призначення, характеристики, тип вихідних даних і масштаб карти. Об'єкти, що надаються за допомогою символів, розглядаються у взаємозв'язку в різних темах. в тому числі і по відношенню до інших елементів карти: анотацій, рамкам карти, лініям сітки.

На цьому етапі оцінюється і змінюється складність окремих об'єктів і густота наповнення карти об'єктами - з метою збереження ясності картографічного зображення. Також оцінюються і вирішуються конфлікти символів різних об'єктів. Розмір символів, що відображають об'єкти, часто буває значно більше, ніж їх реальних розмір на місцевості. Чим дрібніше масштаб - тим це стає більш актуальним. Конфлікти можуть представляти із себе прості перекриття об'єктів або мати більш складний характер: наприклад, зміщення деяких ділянок многополосного шосе.

Висновки

Отже, процес генералізації спрощує відображення та сприйняття основних характеристик об'єктів. Зі зменшенням масштабу виявляються закономірності просторової поведінки об'єктів на поверхні Землі в цілому. Принципи та методи генералізації в цифровій картографії лишаються традиційними, а технологічний процес створення масштабованих картографічних продуктів відбувається із бази геропросторових даних.

Список літератури

1. Божок А.П., Осауленко Л.Є., Пастух В.В.. Картографія. Підручник. — Київ: Фітосоціоцентр., с. 251.
2. <http://desktop.arcgis.com>
3. http://msk.edu.ua/s-k/downloads/geo/ogisit/tema_3_3_ogisit.pdf

*Ishchenko Natalya, Nagornaya Liliia,
Novakovskaya Irina, doctor of economics
(National aviation University, Ukraine)*

The environmental problems of cities and ways to overcome them

Current environmental problems of large cities consist primarily of numerous sources of environmental impacts and their magnitude. Industry and transportation - and hundreds of large enterprises, hundreds of thousands or even millions of vehicles - the main culprits of environmental pollution in the urban environment. Has changed in our time and the nature of the waste. Now a significant part of the waste - synthetic substances. Their transformation under natural conditions is extremely slow, which is one of the modern global ecological problems.

Land settlements are the spatial and operational basis and the property. The role and function of settlements in a society is undoubtedly important and is defined by the fact that these lands are used for a variety of types of human activity[1].

Urbanization cannot be seen without connection with the development of social production, particularly heavy industry, energy, chemicals and the like. Along with increasing industrial potential, the creation of new industries in the large cities the population increases. Modern large cities are the centers of concentration of diversified industry, extensive transport network in the densely populated residential areas. The most important source of urban population growth was and still is migration of villagers to cities. It accounts for more than half of the growth of the urban population in Ukraine.

The main directions of land use in cities: the territorial organization of the process of land use; information support of the process of land use; establishing the legal status of the lands; identify types of land use based on natural and economic condition of the land. Important properties of their functioning on the territory of settlements are: surface water, topography, vegetation, soil, and so forth[4]. Today, many cities of Ukraine is characterized by a complex ecological situation. Polluted soils in cities is mainly associated with emissions of motor transport and industrial enterprises.

Pollutants deposited or washed out by precipitation of the air basin within a radius of 5 km from a stationary source of emissions. The main sources of pollution of the land, namely the surface layer of the soil cover are the enterprises of nonferrous and ferrous metallurgy [3,p. 179]. The aggravation of the ecological situation in the cities, the growth of anthropogenic pressures on the environment require the development of fundamentally new concepts of urban development, priority directions of which would be to solve environmental problems and create a harmonious environment for the life of the population.

One of the environmental problems associated with intensive growth of non-traditional "pollution", which has a wave nature. Amplified electromagnetic fields of power lines of high voltage, radio broadcasting and television stations, as well as a large number of electric motors. Increase the overall level of acoustic noise (due to

the high speeds of transport, due to the work of various mechanisms and machines). Ultraviolet radiation, on the contrary, decreased (due to air pollution). Increases the cost of energy per unit area and therefore increase heat transfer, thermal pollution. Under the influence of huge masses of multi-storey buildings change of properties of geological rocks, on which stands the city.

According to experts, with the growth of urbanization in the cities progressively decreases the area of landscaping and increased zabudovani the residential buildings, stone, asphalt, deteriorating soil and geological conditions, which leads to flooding, waterlogging, and subsidence. These negative processes reduce the biodiversity of microflora and soil mesofauna and its structural changes, exposure to pathogens, introduction of pollutants, sources of which are local and accidental releases and their global transport, contamination with heavy metals and other toxic substances, changes in acidity and density soil layer[1].

A modern city cannot be imagined without transport, but transport, especially automotive, belongs to the largest and most harmful sources of air pollution (70%). Besides, with this kind of pollution it is difficult to fight and difficult. Engines emit into the air significant amounts of oxides of carbon, hydrocarbon compounds, nitrogen oxides, lead compounds and other toxic and carcinogenic substances. And the more cars in the city, the more intense their movement, the higher the levels of environmental pollution, the greater the harm to human health. Could increasingly occurs in large urban areas, and the pollution of atmospheric air, and then the deposition of harmful compounds in the surface soil layer that is part of a global environmental crisis of the city, and without the necessary measures, it can lead to environmental disaster.

As a direct result of adverse environmental processes can be considered the high mortality rate and low birth rate in the region, the population of which in recent years has decreased by almost 400 thousand people (the total population mortality over the last decade rose from 12.7 to 17 per thousand inhabitants). During this time, three times increased mortality from hypertensive disease, 77,8% — from coronary heart disease, by 54.8 — from diseases of the digestive system. 2.7-fold increase in the pathology of the blood and blood-forming organs.

The solution to the problem of improving the ecological state of the territory of Ukraine should start from the regions where the situation is more stressful and which have the greatest socio-environmental importance to our country. Such regions are recognized by the Donetsk-Dnieper, Polissya, the Carpathian and the Azov-black sea with the Dnieper river. In all these regions there is a complex environmental problems, however, each of them has its own main problem. In the Azov-black sea region is water pollution, in the Donets-Dnieper — technogenic pollution of the atmosphere and soil in Polesie — the effects of reclamation and drainage of wetlands, and the Chernobyl disaster in the Ukrainian Carpathians — the destruction and degradation of forests and valleys [4].

Insights

In large cities aggravated all sides of livelihoods: supply sufficient quantity of full food and drinking water, control and prevention of pollution of air, water, soil, disposal of accumulated hazardous industrial and household waste, as well as social

problems associated with a sharp decrease of free "life" of space, urban growth in height, increase in diseases caused by pollution and others.

And despite all the negative developments and problems that have already arisen, there are ways to, if not resolving, then at least improve the situation and prevent negative and unintended consequences of any phenomena and processes. Information land monitoring provides timely detection of changes of the state of the land, their evaluation, it is necessary to take into account when designing measures on rational use and protection of lands, predicting the development of urban settlements [2].

References

1. Environmental problems of large cities and industrial zones of Ukraine : [Electronic resource] / <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/702>
2. Monitoring urban land : [Electronic resource] / <http://studopedia.org/4-169079.html>
3. Novakovskaya, I. A. Management of urban land use: monograph.- K.: Agrar.science, 2016. -304 S.
4. Features of land administration in large cities: [Electronic resource] / <http://buklib.net/books/35345/>.

*Н.В. Кузін, к.е.н., доц., В.В. Гончаров
(Сумський національний аграрний університет, Україна)*

Аналіз стану земель Сумської області

Розглянуто екологічний стан земельно-територіального ресурсу Сумської області, проаналізовано існуючу систему охорони ґрунтів та запропоновані основні завдання з охорони земель регіону.

Стан земельних ресурсів України викликає дедалі більше занепокоєння у зв'язку із прискореним зниженням родючості ґрунтів: зменшується вміст і погіршується якість гумусу, підсилюються процеси ерозії, вторинного засолення й осолонцювання, розростаються ареали техногенно забруднених і порушених земель. Ці та інші деструктивні процеси руйнують не тільки ґрунтовий покрив, а й усю ландшафтну сферу України [1].

За період земельної реформи характер використання земельного фонду та формування агроландшафтів за своєю структурою є екологічно незбалансованим. Співвідношення, які склалися між сільськогосподарськими та лісовими угіддями з одного боку, і між ріллею та іншими видами сільськогосподарських угідь з другого не можна вважати доцільним і науково обґрунтованим, особливо з екологічної точки зору.

Існуючий стан використання земельних ресурсів Сумської області не повною мірою відповідає вимогам охорони, оскільки в результаті інтенсивного використання порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, лісових насаджень та земель водного фонду, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму, і протягом років залишалась майже незмінною. Так із загальної площі області (2383,2 тис. га) 1698,0 тис. га або 71,3% займають сільськогосподарські угіддя, в тому числі рілля – 1226,3 тис. га (51,4 %); сіножаті та пасовища – 447,7 тис. га; перелоги – 0,1 тис. га; багаторічні насадження – 24,4 тис. га [2].

Аналіз змін сільськогосподарських угідь за 25 років по області свідчить, що в цілому угіддя збільшилися на 66,1 тис. га за рахунок сіножатей і пасовищ (96,1 тис. га) та багаторічних насаджень (10,7 тис. га). В результаті переведення деградованих орних земель в сіножаті і пасовища площа ріллі зменшилась на 40,7 тис. га. Якщо в 1995 році розораність території області становила 55,6%, то в 2015 році – 51,4%.

Характерними деградаційними процесами ґрунтів є зниження балансу гумусу, зниження вмісту поживних елементів, декарльцинація ґрунтів, підвищення кислотності, погіршення фізичних та фізико-хімічних показників.

Загальна площа сільськогосподарських угідь, які зазнали згубного впливу водної ерозії становить 305,1 тис. га. Еродовані землі з середньо - та сильно змитими ґрунтами становить 63,9 тис. га. Земельний фонд має сталу тенденцію щодо погіршення і за іншими якісними показниками (засоленість,

солонцюватість, перезволоженість та ін.). Так, 611,1 тис. га сільськогосподарських угідь складають кислі ґрунти, солонцюваті ґрунти займають 67 тис. га сільськогосподарських угідь, а засолені 106 тис. га. Окрім того 19,5 тис. га сільськогосподарських угідь займають перезволожені землі, 62,2 тис. га – заболочені.

Поряд з площинною ерозією досить інтенсивно розвиваються процеси лінійного розмиву та яроутворення. Площа ярів складає 2,56 тис. га. Окремо виділяються яружно-балкові системи з інтенсивністю ерозії, що перевищує нормативи у 10 - 20 раз.

Таким чином, у структурі земельного фонду Сумщини значні площі займають ґрунти, які характеризуються незадовільними властивостями (змиті, дефльовані, засолені, солонцюваті, перезволожені) – це деградовані і малородючі ґрунти. За розрахунками площа таких ґрунтів орних земель на території Сумської області складає 222,5 тис. га, - це 18 % від площі ріллі по області.

Найбільші площі деградованих і малопродуктивних орних земель Сумської області в окремих районах становить: в Сумському районі – 21,7 тис. га (20,9% від орних земель району), Тростянецькому та Краснопільському районам відповідно 21,1 тис. га (44%) і 21,0 тис. га (35,4%) [3].

Незадовільно здійснюються відновлення відпрацьованих промисловістю земель. При цьому якість рекультивациї низька, мало земель повертається у сільськогосподарське виробництво, а їхня родючість майже на половину нижча від природної. За даними Держгеокадастра станом на 01.01.2016 року в області значиться 2739,4 га порушених земель. Найбільше таких земель значиться по Конотопському району – 779,8 га (28,4% від загальної площі порушених земель) і Глухівському районі – 531,8 га (19,4%). Рекультивация порушених земель останні роки майже не проводилась і кошти з державного бюджету на її проведення не виділялись.

Важливим завданням у сфері оптимізації земельного фонду мають стати заходи щодо вилучення з інтенсивного обробітку деградованих та малопродуктивних сільськогосподарських угідь, ґрунти яких характеризуються негативними природними властивостями, низькою родючістю, а їх господарське використання є економічно неефективним. Згідно з наказом Міннагрополітики України та Президії УААН від 3.04.2000 року №26/33 «Про першочергові заходи щодо удосконалення землекористування», близько 337,2 тис. га орних земель Сумської області підлягає консервації та вилученню з інтенсивного обробітку [4]. Значну частину сильно еродованих і деградованих земель, які підлягають поліпшенню, необхідно трансформувати у природні кормові угіддя, що створить сприятливі умови для виробництва продукції тваринництва.

Це дасть можливість знизити рівень розораності території до екологічно оптимального, сконцентрувати сільськогосподарське виробництво на кращих землях, що забезпечить отримання в середньому значно більшого обсягу продукції з одиниці площі та посиленню її конкурентоспроможності.

Стан земель погіршується досить швидко в зв'язку з економічно та екологічно необґрунтованим рівнем господарського освоєння території,

значними площами земель, що зайняті промисловими виробництвами, інтенсивним розвитком деградаційних процесів та наявністю значних площ деградованих земель, стихійні формування нових землекористувань, що характеризуються нестабільністю, дрібноконтурністю, черезсмужжям, недостатньою часткою земель природоохоронного, рекреаційного, оздоровчого та історико-культурного призначення, незадовільним нормативно-правовим та нормативно-технічним забезпеченням, що регулює використання та охорону земель.

Для охорони земельних ресурсів області, підтримання на високому рівні родючості ґрунтів, збереження довкілля необхідно провести такі заходи:

- зменшення розораності земельного фонду;
- збільшення лісистості території;
- поетапне встановлення екологічно збалансованого співвідношення земельних угідь в зональних системах землекористування;
- дотримання екологічних вимог охорони земель при землевпорядкуванні території;
- заборона відведення особливо цінних сільськогосподарських угідь для несільськогосподарських потреб;
- застосування економічних важелів впливу на суб'єкти землекористування [5].

Висновки

Реалізація зазначених завдань сприятиме раціональному використанню природних ресурсів, зупиненню процесів деградації ґрунтового покриву, мінімізації ерозійних процесів, збагаченню довкілля природними елементами ландшафтів, забезпеченню техногенно-екологічної безпеки життєдіяльності людини, зменшенню розораності земельного фонду та збільшенню лісистості території.

Список літератури

1. Довідник із землеустрою / за ред. Л. Я. Новаковського. – 4-те вид., перероб. і доп. – К.: Аграр. Наука, 2015. – 429 с.
2. Земельні ресурси України та їх використання //Землевпорядний вісник. - 2011. - № 8. - С. 47 - 48.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2015 році <http://www.pek.sm.gov.ua/images/docs/public>.
4. Булигін С. Ю. Формування екологічних сталих агроландшафтів: підруч. / С. Ю. Булигін. – К.: Урожай, 2005. – С.5.
5. Кузін Н. В. Актуальні питання дослідження стану земельних ресурсів Сумської області //Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрій», 2012. – Вип. (66). – С. 360 – 364.

*А.М. Михайлов, к.е.н., Р.В.Бойченко, Я.М. Підгайко
(Сумський національний аграрний університет, Україна)*

Значення іпотеки в сучасних умовах для аграрного сектору економіки

Реформування аграрного сектору економіки України розпочалося з набуттям Україною незалежності, зокрема сфера сільського господарства зазнала значних трансформацій. Не врегульованим залишилось питання організації і повноцінного функціонування ринку земель сільськогосподарського призначення та включенням вартості землі в економічний обіг капіталу, через запровадження іпотеки.

З проголошенням Україною суверенітету [1] та з процесом переходу від адміністративно-командної радянської системи до ринкової економіки [2] аграрних товаровиробників головним чином був пов'язаним із роздержавленням земель сільськогосподарського призначення, набуттям прав приватної власності на землі сільськогосподарського призначення, утворенням ринково орієнтованих підприємств замість реформованих радгоспів та колгоспів, розвитку ринку оренди землі сільськогосподарського призначення. Однак, поряд з позитивними зрушеннями є і низка невирішених питань. В першу чергу не врегульованим залишилось питання організації і повноцінного функціонування ринку земель сільськогосподарського призначення та включенням вартості землі в економічний обіг капіталу шляхом цивілізованого застосування іпотечних відносин.

Проблемні аспекти застосування іпотеки вимагають додаткового висвітлення, адже вітчизняний досвід з приводу регулювання правовідносин у цій сфері майже відсутній. Як відомо, іпотека є невід'ємним атрибутом ринкової економіки. Розвинений і ефективно врегульований іпотечний ринок сприяє зростанню ділової активності, розвитку ринку фінансових послуг. Прийняття Верховною Радою України системи нормативно-правових актів щодо іпотеки, зокрема, Закону України «Про іпотеку» від 5 серпня 2003 р. № 898-IV, є одним з етапів становлення в Україні надійного і ефективного іпотечного ринку, який має діяти на засадах самофінансування, що дозволить фінансувати будівництво, виробництво, сільського господарства тощо[3]. В сучасній Україні, в міру переходу її економіки до ринкової форми, утворилися і набувають поступового розвитку іпотечні відносини. Закон України "Про заставу" визначає іпотеку так: «Іпотекою визнається застава землі, нерухомого майна, при якій земля та (або) майно, що становить предмет застави, залишається у заставодавця або третьої особи»[4]. Іпотека має похідний характер від забезпеченого нею зобов'язання. Вона виникає в силу угоди з моменту її державної реєстрації. Іпотекою можуть забезпечуватися дійсні зобов'язання, а також ті, що виникнуть у майбутньому, але вже зумовлені угодою, яка набрала чинності. Предмет іпотеки – це заставлене нерухоме майно, яке є предметом кредитного зобов'язання. Таке майно може заставлятися, якщо воно не вилучене з цивільного обігу, може відчужуватися

заставодавцем і на нього можливе звернення стягнення. Іпотека реалізується шляхом укладення іпотечної угоди [3]. В разі, коли борг за основним зобов'язанням перевищує визначену законом суму, іпотека може провадитися шляхом видачі заставної, до якої додається іпотечна угода.

Стабільність цін і обмінного курсу національної валюти є надзвичайно важливою передумовою іпотеки. За високого рівня інфляції довгострокові вкладення стають неможливими, а "короткі" гроші виключають можливість фінансування великих інвестиційних проектів.

Дуже важливо для ефективного впровадження в Україні іпотечного кредитування вивчити досвід міжнародного регулювання іпотечних відносин. Розглянемо це питання більш детально.

Наприклад, законодавство Великобританії визначає іпотечну заставу як надання землі, нерухомого та рухомого майна, майнових прав для забезпечення грошових зобов'язань, а у США питання іпотеки регулюються законодавством штатів, хоча на федеральному рівні законодавчо регламентуються відносини у сфері державного кредитування, банківської діяльності, обіг у державних цінних паперів, федеральних земель, функціонування операторів вторинного іпотечного ринку, зокрема спеціальних іпотечних агентств. У праві Швейцарії іпотекою вважається таке майнове забезпечення зобов'язання, яке виникає на основі договору або закону за умови внесення запису до реєстру нерухомості. Іпотека в цій країні - не єдиний спосіб забезпечення зобов'язань, предметом яких є нерухомість. У Німеччині, наприклад, цивільне законодавство визначає іпотеку як право застави. Згідно з ним іпотечному кредитору надається право забезпечення своїх вимог за зобов'язаннями.

Крім того, як у Великобританії, так і в США іпотечні угоди, укладені на засадах загального права, передбачають можливість передачі заставою тримачем заставленого майна в оренду заставодавцю на визначених угодою умовах. Однак, у Європейському континентальному праві відносини іпотеки регламентуються по-іншому. За нормами цього права, предмети іпотечної застави залишаються у власності заставодавця на весь період іпотечної угоди. За умов України доцільно використати той зарубіжний досвід іпотечного кредитування, який найбільшою мірою відповідатиме особливостям національної економіки, соціально-політичним реаліям країни. Однією з головних проблем, на думку спеціалістів-аграрників, є те, що селяни, отримавши право власності на землю, не мають права розпоряджатися нею. Це явище можна назвати "консервативністю селян", оскільки значна кількість людей, особливо похилого віку (третина власників сертифікатів і державних актів), не в змозі чекати скасування мораторію, тобто отримати реальне право власності на землю. Окрім того, не всі власники ділянок сільськогосподарського призначення зможуть передати землю в іпотечне кредитування навіть після скасування мораторію на її продаж. В українському суспільстві думки щодо розвитку іпотеки найрізноманітніші. Приміром, іпотека не потрібна взагалі, а іпотека земельних ділянок сільськогосподарського призначення не лише не потрібна вона шкідлива і неприпустима; іпотечне кредитування може здійснювати будь-хто, у кого є

кошти для надання кредиту; іпотечні операції можуть здійснювати універсальні комерційні банки та інші фінансово-кредитні установи в разі отримання ними іпотечної ліцензії Національного банку України; іпотечні операції можуть здійснювати лише спеціалізовані іпотечні фінансово-кредитні установи [5].

Таке розмаїття поглядів не дивує з огляду на новизну питання в Україні та з огляду зміни призми сприйняття з чисто внутрішньої, суспільно-економічної на зовнішню - політичну. Але історичний досвід нашої держави, навіть за часів царської Росії та Австро-Угорщини свідчить, що іпотека за певних умов може стати важливим рушієм економіки. У нашій країні важливим і необхідним є прийняття низки законів, які, з урахуванням кращого зарубіжного досвіду, були б водночас адаптовані до конкретних умов України і враховували специфіку, зумовлену нашим історичним розвитком, сучасними особливостями земельних відносин, унікальністю її ґрунту.

Таким чином, іпотека має економічне значення не сама по собі, а як засіб залучення під заставу земельних ділянок кредитних ресурсів. На сучасному етапі розвитку економіки можна виділити такі основні проблеми при наданні іпотечного кредиту:

- визначення вартості нерухомого майна, оскільки це складний процес, особливо коли йдеться про великий період часу, а позички під нерухомість завжди видаються на тривалий період. Цінові варіанти можуть бути найрізноманітніші;
- юридичний аналіз ситуації позичальника і його можливість брати позику. Необхідність складення автентичного акту передбачає збереження від будь-яких негативних випадків і визнання документа недійсним;
- реалізація застави (тобто продаж у разі несплати) теж передбачає довгий ланцюг юридичних процедур[6].

Висновки

Світовий досвід свідчить, що іпотека не лише розширює виробничий капітал в аграрному секторі, а й сприяє ефективності розподілу нерухомості. Через іпотечний механізм земля з часом переходить до рентабельніших підприємств.

У результаті показники сільського господарства в цілому поліпшуються. Фінансово-економічні умови аграрного сектору України підсилюють важливість довгострокового кредитування сільськогосподарських товаровиробників уже не як окремих ініціатив комерційних банків або регіонів, а як цілісної системи за безпосередньої участі держави [6]. І саме іпотечне кредитування надасть новий потужний імпульс у розвитку аграрного сектору економіки, залучивши для цього значні фінансові ресурси.

Підсумувавши, можна сказати, що в Україні треба пришвидшити запровадження механізмів купівлі-продажу земель сільськогосподарського призначення, бо через відсутність ринку землі селяни втрачають можливість залучення в сільськогосподарське виробництво коштів інвесторів-кредиторів, а отже, й активізувати інноваційні процеси, оновити матеріально-технічну

базу, підвищити родючість ґрунтів і розв'язати соціально-економічні проблеми.

Список літератури

1. Декларація «Про державний суверенітет України» (16.07.1990 № 55-XII) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/55-12>
2. Концепція переходу Української РСР до ринкової економіки (01.11.1990) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/n0001460-90>
3. Закон України “Про іпотеку” від 05.06.2003 № 898-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/898-15>
4. Закон України "Про заставу" від 02.10.1992 № 2654-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2654-12>
5. Шарова С.В., Мартищенко Д.О. Визначення проблем іпотечного кредитування в період економічної кризи // С.В. Шарова, Д.О. Мартищенко / Ефективна економіка. - № 1, 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4722>
6. Непочатенко О.О. Банківські механізми кредитування аграрних підприємств / Автореферат на здобуття наукового ступеню доктора економічних наук [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrmodno.com.ua/health/nacionalenij-naukovij-centr-institut-agrarnoyi-ekonomiki-ukray-v2/main.html>

Методи і технології автоматизованого деформаційного моніторингу об'єктів та споруд

Метою представленої роботи є впровадження постійно діючої, автоматизованої системи геодезичного деформаційного моніторингу – АСГДМ на об'єктах робіт в Україні.

У межах проекту вдосконалення роботи гідроелектростанцій в Україні фахівці створили автоматизовану систему геодезичного деформаційного моніторингу – АСГДМ, до складу якої входять: роботизовані електронні тахеометри, ГНСС приймачі, інклінометри, працюючі синхронно, і передавання результатів спостережень в єдиний центр обробки даних. Основна ідея системи моніторингу полягає в інтеграції різних компонентів геодезичних вимірювань для досягнення максимальної точності і надійності результатів

Автоматизована система моніторингу надсилає результати добових ГНСС-спостережень. Для проведення обробки результатів вимірювань, отриманих системою автоматизованого геодезичного деформаційного моніторингу, в програмному пакеті необхідно знати найстабільніші пункти мережі. Тобто необхідно визначити просторові положення пунктів на епоху відповідного циклу спостережень з урахуванням зміщення всіх пунктів мережі і вибрати найбільш стабільні пункти. Для цього, використовуючи величини проекцій виміряних векторів на відповідні координатні осі Δx , Δy , Δz , для кожного повторного циклу спостережень виконано врівноваження параметричним методом. За цими даними знайдено середні квадратичні відхилення проекції вектора між всіма пунктами від його середньої величини. Також обчислено ненормовані і нормовані кінематичні коефіцієнти для кожного пункту, величини яких свідчать про їхню стабільність. За величинами середньовагових зсувів по осях координат кожної пари пунктів з урахуванням кінематичних коефіцієнтів знайдено середньоваговий зсув усієї мережі, викликаний її деформацією, зміщення середньої висоти мережі за результатами врівноваження і кінцеві зміщення пунктів, викликані деформацією мережі.

За результатами врівноваження кожного циклу отримані середні квадратичні похибки (СКП) визначення координат з урахуванням похибок вимірювань і похибок моделювання кінематики пунктів. Отримані результати використані для визначення найстабільніших пунктів мережі. Отримані загальні зміщення пунктів відносно першого циклу спостережень та середньоквадратичні похибки просторового положення пунктів з урахуванням похибок вимірів і похибок кінематики мережі. Максимальні зміщення склали 9-18 мм. . Методика визначення СКП мережі, що викликано її деформацією та похибками вимірів, дає змогу проводити аналіз стійкості пунктів з врахуванням кінематики кожного пункту, а також вибирати найстабільніші пункти мережі.

Застосування цієї методики дає змогу використовувати програмне забезпечення для опрацювання результатів, одержаних системою автоматизованого геодезичного моніторингу (Рис.1).

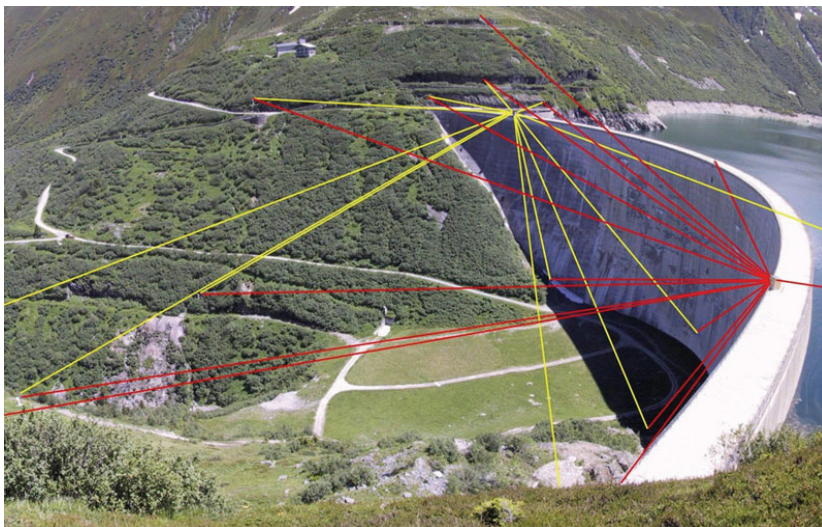


Рис.1 Система автоматичного геодезичного моніторингу

Проведені приклади і дослідження з впровадження автоматизованих технологій деформаційного моніторингу та створення програми спостережень проводились з застосуванням ГНСС приймачів, електронних тахеометрів, цифрових інклінометрів, а також програмного забезпечення.

Висновок

Наведені сучасні методи та технології показали доцільність застосування автоматизованої системи геодезичного деформаційного моніторингу – АСГДМ в Україні. Для збереження великих та проблемних об'єктів, інженерних споруд необхідно створення інформаційних моніторингових центрів з застосування апаратних засобів, ГНСС приймачів, високоточних роботизованих електронних тахеометрів, цифрових інклінометрів, акселерометрів, систем екстреного он-лайн сповіщення та вимірювання резонансних частот, обліку метеорологічних і інших даних.

Список літератури

1. О.Терещук, В.Ковтун. “Впровадження ефективних інженерно-геодезичних технологій деформаційного моніторингу при будівництві в історичній частині міста Києва”//«Новітні досягнення геодезії, геоінформатики

та землевпорядкування –Європейський досвід»: GEOSPHERE – 2016 //Чернігів, 2016, с.7-10.

2. Кемниц Ю.В. Теория ошибок измерений / Ю.В. Кемниц. – М.: Недра, 1967. - 178 с.

3. Neuhierl T. How to Transfer Geodetic Network Orientation through Deep Vertical Shafts – An Inertial Approach / T. Neuhierl, K. Schnädelbach, T.A. Wunderlich, H. Ingensand, A. Ryf/ - XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13, 2006. – 12 p.

4. Сайт геодезичних приладів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ugm.com.ua/index.php?dispatch=categories.view&category_id=184

Д.О.Бугайко, к.е.н., доцент, провідний науковий співробітник, інструктор інституту ІСАО, заступник начальника відділу міжнародних зв'язків (Національний авіаційний університет, Україна)
В.П. Харченко, д.т.н., професор, проректор з наукової роботи (Національний авіаційний університет, Україна)
Марчин Павеска, к.е.н., канцлер (Міжнародний університет логістики і транспорту у Вроцлаві, Польща)

Глобальна стратегія перепідготовки авіаційних кадрів

Міжнародна організація цивільної авіації ІСАО приділяє велику увагу дослідженню методики викладання, використовуваної при підготовці та перепідготовці персоналу, зайнятого в авіаційній галузі. Аналізу сучасної глобальної стратегії перепідготовки авіаційних кадрів присвячується дана публікація.

Наукова діяльність в цьому напрямку була розпочата відразу після створення Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО). Так у червні 1946 року аеронавігаційного комітетом ІСАО були розпочаті дослідження у галузі підготовки та перепідготовки авіаційних спеціалістів. Діяльність Спеціалізованого наради з видачі свідоцтв особовому складу завершилася розробкою міжнародних Стандартів і Рекомендованої Практики з видачі свідоцтв особовому складу, які в даний час складають основу Додатка 1 до Чиказької конвенції про міжнародну цивільну авіацію [1 -7].

Однак на сучасному етапі розвитку глобальної цивільної авіації виникають нові виклики, які потребують стратегічного підходу щодо їх вирішення.

Згідно з Повідомленням для преси колишнього Президента Ради ІКАО пана Роберто Кобе Гонсалеса, "У найближчі кілька років буде спостерігатися величезний відтік частини існуючої робочої сили в зв'язку з виходом на пенсію. Будуть введені в експлуатацію тисячі нових повітряних суден, нові технології змінять сам характер авіаційних спеціальностей. Галузі потрібні пілоти, авіадиспетчери, технічний і управлінський персонал, здатний ефективно задовольняти потреби, пов'язані з мінливими умовами праці" [ІСАО, РІО 15/08, [8]].

Наступним концептуальним викликом авіаційній галузі є стрімке зростання кількості польотів та авіаційних перевезень пасажирів, багажу, пошти та вантажу.

Згідно Прогнозу ІСАО щодо перспектив розвитку для повітряного транспорту на період до 2025 року, прогнозується збільшення міжнародного авіаційного трафіку за сценарієм «швидше за все» на 4,6 відсотка щорічно (оптимістичний прогноз 5,3 відсотка в рік, песимістичний прогноз 3,4) [9].

Прогноз ІКАО щодо перспектив розвитку для повітряного транспорту на період до 2025 року наведений у табл. 1.

Таблиця 1.

Прогноз ІКАО щодо перспектив розвитку для повітряного транспорту на період до 2025 року [9]

(ICAO Contracting States)

Scheduled services				Average annual growth rate (per cent)	
	Actual 1985	Actual 2005	Forecast 2025	1985–2005	2005–2025
TOTAL					
Passenger-kilometres (billions)	1 366	3 720	9 180	5.1	4.6
Freight tonne-kilometres (millions)	39 813	142 579	510 000	6.6	6.6
Passengers carried (millions)	896	2 022	4 500	4.2	4.1
Freight tonnes carried (thousands)	13 742	37 660	145 000	5.2	5.5
Aircraft-kilometres (millions) ¹	n.a.	30 845	69 040	n.a.	4.1
Aircraft departures (thousands) ¹	n.a.	24 904	50 450	n.a.	3.6
INTERNATIONAL					
Passenger-kilometres (billions)	589	2 197	6 225	6.8	5.3
Freight tonne-kilometres (millions)	29 384	118 482	452 120	7.2	6.9
Passengers carried (millions)	194	704	1 950	6.7	5.2
Freight tonnes carried (thousands)	5 884	22 630	110 000	7.0	6.5

1. Data on operations of airlines registered in the former USSR not available for 1985.

Source: ICAO

Прогнози провідних виробників повітряних суден та двигунів, які наведені в таблиці 2, знаходяться в діапазоні зростання від 4,8 до 5,0 відсотка в рік для пасажиро-кілометрів, та від 6,0% до 6,8% для тонно-кілометрів на період до 2026 рр. (див. табл. 2) [9].

Таблиця 2.

Прогноз провідних виробників повітряних суден та двигунів щодо перспектив розвитку для повітряного транспорту на період до 2025 року [9]

	Forecast period	Average annual growth rate (per cent)	
		Passenger-kilometres	Freight tonne-kilometres
Airbus Industrie	2006–2025	4.8	6.0
Boeing	2005–2025	4.9	—
Embraer	2007–2026	5.0	—
Rolls-Royce	2006–2025	4.8	6.8

Source: Airbus Industrie, "Global Market Forecast", 2006; Boeing Commercial Airplanes, "Current Market Outlook", 2006; Rolls-Royce, "The Outlook", 2006.

За таких умов ІКАО прогнозує наочну проблему необхідності розвитку людських ресурсів з метою забезпечення безпеки, ефективності і стабільності глобальної авіатранспортної системи.

ІКАО визнає, що професійна кваліфікація є критичним елементом для досягнення оптимальних рівнів безпеки польотів, і розробляє стратегії навчання, що дозволяють домогтися того, щоб майбутня світова система

повітряного транспорту підтримувалася досить компетентними та кваліфікованими фахівцями.

До числа стратегій відноситься план дій з надання допомоги державам-членам у підтримці високих стандартів підготовки персоналу. Цей план включає:

- визначення необхідної кількості пілотів, технічного персоналу і авіадиспетчерів, а також відповідні вимоги до їх підготовки;
- приведення Стандартів ICAO у відповідність до сучасних методик навчання;
- визначення заходів, які необхідно почати здійснювати з партнерами по галузі і об'єднання всіх сторін навколо єдиної стратегії розвитку підготовки та перепідготовки авіаційних кадрів [10].

На 39 Асамблеї ICAO було приділено особливу увагу розвитку системи підготовки та перепідготовки авіаційного персоналу. Асамблеї було запропоновано розглянути можливість створення централізованої бази даних про існуючі у всьому світі курси підготовки та перепідготовки персоналу, яка б доповнювала і удосконалювала мережу TRAINAIR PLUS і пов'язані з нею ініціативи [10].

Окрім цього було розглянуто можливість заснування комітету, в завдання якого входить визначення ресурсів для підготовки персоналу та потреб в такій підготовці та управління ними, з метою усунення прогалин у підготовці персоналу на національному і регіональному рівні, сприяння плануванню регіональної координації підготовки персоналу для раціоналізації використання ресурсів, а також з метою сприяння поширенню накопичених знань і обміну ними [10].

ICAO розглядає заходи з підготовки та перепідготовки кадрів як стратегічні механізми реалізації, що застосовуються в рамках скоординованої, ефективної і результативної системи підготовки фахівців в області авіації і інших навчальних заходів, що сприяє реалізації стратегій розвитку людських ресурсів, що розроблені державами-членами. Міжнародний інформаційно-координаційний центр підготовки авіаційного персоналу (GAT) ICAO, заснований в січні 2014 року, є координаційним і контактним пунктом для всіх заходів ICAO, пов'язаних з підготовкою персоналу [10].

При цьому ICAO наполягає на перспективності застосування компетентного підходу до процесу підготовки та перепідготовки авіаційних фахівців. Згідно ICAO, компетенція визначається як «поєднання знань, навичок і установок, необхідний для виконання завдання на запропонованому рівні відповідно до встановлених стандартів» [7].

Висновки

На сучасному етапі розвитку глобальної цивільної авіації виникають нові виклики, які потребують стратегічного підходу щодо їх вирішення. Одним із найбільш актуальних викликів є необхідність підтримання високого рівня компетентності авіаційних кадрів в умовах прогресу тенденцій зростання обсягу авіаційних перевезень. Національний авіаційний університет виступає сучасною інноваційною платформою для організації підготовки та

перепідготовки фахівців глобальної авіаційної системи. Багаторічна співпраця з провідними організаціями у галузі цивільної авіації Міжнародною організацією цивільної авіації (ICAO), Європейською конференцією цивільної авіації (ECAC), Європейською організацією з безпеки аеронавігації (EUROCONTROL), чисельними закордонними та українськими ВНЗ, організаціями та установами є підґрунтям задля подальшого зростання рівня компетентності авіаційних фахівців різних країн світу шляхом проходження підготовки та перепідготовки у стінах університету [11].

Список літератури

1. Приложение 1 ИКАО – «Выдача свидетельств авиационному персоналу».
2. Приложение 6 ИКАО – «Эксплуатация воздушных судов».
3. Chicago Convention, Annex 19 “Safety Management” ICAO, 2013.
4. Документ ИКАО Doc 9625 «Руководство по критериям квалификационной оценки тренажерных устройств имитации полета», том 1 – «Самолеты».
5. Документ ИКАО Doc 9841 «Руководство по утверждению учебных организаций».
6. Документ ИКАО Doc 9868 – «Правила аэронавигационного обслуживания. Подготовка персонала»(PANS-TRG), Главы 5 и 6.
7. Документ ИКАО Doc 9995 «Руководство по подготовке персонала на основе анализа фактических данных».
8. С возрастанием спроса на квалифицированных авиационных специалистов карьера в области воздушного транспорта становится многообещающей. Срочный выпуск. Сообщение для прессы. ICAO, PIO 15/08.
9. Outlook for Air Transport to the Year 2025: ICAO, CIR 313/ AT 134.
10. Ассамблея — 39-я сессия. Развитие людских ресурсов в контексте инициативы "ни одна страна не остается без внимания": база данных о курсах подготовки персонала и комитет по управлению ресурсами для подготовки персонала a39-wp/348 ex/134 31/08/16 revision no. 1 16/9/16.
11. Dmytro Bugayko, Volodymyr Kharchenko, Marek Foriash (Poland). New Technologies in the Global Aero - Space Engineering Education// Logistics and Transport– Wroclaw: International University of Logistics and Transport in Wroclaw. – 2014. - №4(24). – P.37 – 44.

*К.В. Марінцева, д.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Теорія графів як інструмент аналізу ефективності взаємодії авіаційної та туристичної галузей

В доповіді визначені міждисциплінарні підходи до оцінки ефективності взаємодії авіаційної та туристичної галузей. Зокрема пропонується використовувати показники «ступінь доступності та зв'язності» як індикатори розвитку авіаційної мобільності населення країни або регіону.

Авіаційні перевезення та відповідні технології обслуговування відіграють вирішальну роль в розвитку туризму – галузі, яка підтримує 35 млн робочих місць по всьому світу, складає більш ніж 800 млрд доларів США в світовому ВВП. За даними Всесвітньої туристської організації у 2015 році 54 % всіх туристів добиралися до місця призначення авіатранспортом. Тенденція збільшення частки авіаційного транспорту у туристичних подорожах є постійною і поступово зростає. Міжнародна асоціація повітряного транспорту (ІАТА) припускає в своїх прогнозах, що у 2034 буде подорожувати 7,3 млрд. авіапасажирів по всьому світу. Тобто обсяг авіаперевезень збільшиться майже у два рази у порівнянні з 2015 р. Причому значна кількість додаткових пасажирів буде акумулюватися у Азіатсько-Тихоокеанському регіоні.

Україна за період 2010-2015 рр. скоротила свою присутність на європейському ринку туристських послуг майже вдвічі (див. табл. 1,2).

Таблиця 1.

Порівняння обсягів міжнародних туристських потоків
та надходжень від міжнародного туризму

(складено за даними [1])

Пункт призначення	2010		2013		2014		2015	
	тис. туристів	млн. \$	тис. туристів	млн. \$	тис. туристів	млн. \$	тис. туристів	млн. \$
Україна	21203	3788	24671	5083	12712	1612	12428	1082
РФ	20262	8831	28356	11988	29848	11759	31346	8465
Польща	12470	9576	15800	11344	16000	11234	16728	9728
Велика Британія	28296	32892	31064	41624	32613	46539	34436	45464
Європа	489359	412183	567109	492764	580238	513535	607727	450731

Таблиця 2.

Частка країн (вибірково) на Європейському ринку:

Європа 100%; 1 – міжнародні туристські потоки; 2 - надходження від міжнародного туризму

Роки	Україна		Велика Британія		РФ		Польща	
	1	2	1	2	1	2	1	2
2010	4,33%	0,92%	5,78%	7,98%	4,14%	2,14%	2,55%	2,32%
2015	2,04%	0,24%	5,67%	10,09%	5,16%	1,88%	2,75%	2,16%

Причому, якщо частка міжнародних туристських потоків України у 2015 р. знаходилася на рівні Польщі, складаючи 2,04% від загального європейського ринку, то частка надходжень від міжнародного туризму була значно нижчою – 0,24% у порівнянні з 2,16% у Польщі.

Відкриття нових маршрутів створює нові ринки як для пасажирських та вантажних перевезень, так і для туристичної галузі. Технології обслуговування та просування на ринок продукції авіакомпаній та туристичних компаній стали надзвичайно складними за останні двадцять років, але й досі є актуальною проблема узгодженості стратегій розвитку. Сьогодні авіакомпанії прагнуть регулярної взаємодії з туристичними організаціями при розробці нового сервісу.

Міжнародний туризм в даний час неможливо досліджувати, не беручи до уваги значний розвиток бюджетних авіакомпаній, який є вирішальним у визначенні ринків і туристичних напрямків. Бюджетні авіакомпанії обслуговують більшу частину мандрівників та сприяють кількісним та якісним змінам в формуванні туристичних маршрутів. Наприклад, у випадку Іспанії, високий показник зв'язності авіамережі та низький рівень централізації аеропортів підтверджують значний вплив авіакомпанії Ryanair в збільшенні числа іноземних туристів. У 2011 р. близько 30% іноземних туристів перебували в міста Іспанії, які не входять у традиційні міжнародні туристичні маршрути, наприклад: Сарагоса, Жерона, Хаен і Мурсія, де прибуття туристів за участі лоу-кост перевізників складає від 80% до 95% від загальної кількості [2].

Авіаційна зв'язність (англ. – air connectivity) є ключем до реалізації потенціалу економічного та туристичного розвитку країни, сприяючи залученню інвестицій в бізнес і людський капітал. Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) визначає даний показник як індикатор концентрації мережі та її здатності переміщувати пасажирів від їх пункту відправлення до пункту призначення безперебійно.

Теорія графів дозволяє представити авіамережу країни або регіону як граф з відповідною кількістю ребер (прямих авіамаршрутів) та вузлів (аеропортів), та як математичну матрицю, яка дозволяє вивчити властивості та характеристики заданого графу.

Використовуючи аналіз графів для визначення авіаційної зв'язності, пропонується досліджувати наступні характеристики мережі: обсяг потоків, генерований вузлами; потоки за окремими маршрутами; ступінь доступності і зв'язності; просторову протяжність мережі; мережеву структуру маршруту; вплив одного вузла (аеропорту) на інші за маршрутом або в мережі.

Формально ступінь доступності можна охарактеризувати, наприклад, показником *діаметра графа* – кількість зв'язків, необхідних для з'єднання двох найбільш віддалених вузлів в мережі. Ступінь зв'язності графа (авіаційної зв'язності) можна виразити через індекси:

1) гамма (γ) – відсоток існуючих маршрутів від потенційно можливих:

$$\gamma = \frac{e}{0,05v(v-1)}, \quad (1)$$

де e – кількість ребер у графі, а v – кількість його вершин;

2) бета (β) – міра зв'язності графів, яку можна інтерпретувати як середнє число ребер кожної вершини (середнє число прямих авіамаршрутів на один аеропорт):

$$\beta = \frac{e}{v}, \quad (2)$$

3) альфа – міра зв'язності графа, яка може бути інтерпретована як відношення існуючих циклів до максимальної можливої кількості циклів:

$$\alpha = \frac{e-(v-1)}{0,5v(v-1)-(v-1)}. \quad (3)$$

Чим вище індекс α , тим більше зв'язність мережі. Значення 1 вказує, що мережа повністю зв'язна;

4) Пі- індекс (π) – відношення між діаметром і довжиною мережі. Низький індекс π пов'язаний з низьким рівнем розвитку мережі (наприклад, прості коридори), високе значення – з добре розвинутою мережею (системою пов'язаних міст);

5) індекс відхилу (detour, DI) – це показник ефективності функціонування мережі з точки зору того, наскільки відстані існуючих маршрутів (TD) відповідають прямим відстаням між вузлами (DD):

$$DI = \frac{DD}{TD}. \quad (4)$$

Зрозуміло, що чим ближче індекс відхилу до 1, тим більше ефективно є просторова структура мережі.

Висновки

Запропонований підхід до аналізу ефективності взаємодії авіаційної та туристичної галузей з використанням показників доступності та зв'язності авіамережі розширює формалізований інструментарій прийняття рішень, дозволяючи оцінити взаємний вплив окремих видів бізнесу. Подальший мережевий аналіз дозволяє визначити найбільш важливі вузли (аеропорти) будь-якої країни, та оцінити можливі ризики високого рівня централізації авіаперевезень для туристських потоків.

Список літератури

1. UNWTO Tourism Highlights, 2016 Edition. – UNWTO: 2016. – 16 с.
2. Tatiana Iñiguez, Marta Plumed, María Pilar Latorre Martínez. Ryanair and Spain: Airconnectivity and tourism from the perspective of complex networks// Tourism & Management Studies, 10(1) 2014. – P. 46-52.

В.Н. Татаренко, д.т.н., А.В. Шелудько
(ООО «НПО «ИГС», Украина)

Способ посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки, воздушное судно и транспортное средство для его реализации

Статья посвящена способу конструкции модульного самолёта, позволяющего уменьшить время нахождения воздушного судна/самолёта в аэропорту, сэкономить на стоимости пассажирских перевозок, ускорить работу аэропортов, а также сохранить жизни пассажиров при катастрофе.

Известно, что воздушное судно/самолёт приносит доход эксплуатирующей авиакомпании только тогда, когда находится в воздухе. Находясь на земле в аэропорту авиакомпании несут большие затраты на аэродромное обслуживание. **Чем дольше время стоянки самолета на земле, тем меньше фактическое время полета самолета.** Иногда длительная стоянка на земле может повысить расход топлива.

Кроме этого, доставка пассажиров тем или другим образом к самолету и рассаживание их на места в большом самолете занимает много времени.

Это приводит к тому, что время стоянки самолетов на земле превышает время, необходимое для предполетных работ, таких как заправка топлива, регламентные технические проверки, уборка пассажирского салона, подготовка пилотами плана полета. **Таким образом сокращение времени пребывания самолёта в аэропорту влечёт за собой уменьшение затрат и увеличения прибыли авиакомпаний.**

Известно также, что внутренняя конфигурация фюзеляжа и кабины определяется при проектировании и изготовлении самолета. По несколько модификаций имеют и пассажирские, и грузовые самолеты. Иногда применяются грузопассажирские самолеты. Но их характеристики уступают специализированным самолетам.

Как следствие, авиакомпании, у которых есть желание и необходимость предлагать различные типы кабин, различные уровни комфорта, или по иным причинам, должны иметь несколько самолетов. Это очень и очень дорого. Более того, некоторые модификации могут быть редко востребованы. Это приводит к дополнительным расходам для них.

Поэтому, у авиакомпаний появляется желание не менять самолеты под требование рынка, а иметь базовые самолеты с несколькими кабинами. Несколькими пассажирскими, несколькими грузовыми, несколькими военнотранспортными. Их быстрая взаимозаменяемость и погрузка-разгрузка обеспечат возможность базовому самолету до 90% времени проводить в полёте, а не на земле. Успехи в применении углеволокон и карбонов, обеспечивающих дополнительную к применяемым материалам прочность и легкость, позволяют скомпенсировать вес независимых отдельных кабин, которые будут иметь механизмы сцепления (соединения) с фюзеляжем и

дополнительную площадь пола. То есть, тактико-технические параметры аналога (прототипа) не ухудшатся, количество расходуемого топлива не увеличится. Авиакомпании дополнительно заработают на логистике по 10-15 долларов с каждого пассажира.

Прототипом предлагаемого способа является Патент № US 9, 193, 460B2 (45), дата патента 24 ноября 2015 г. "Способ посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки воздушного судна, воздушное судно и терминал аэропорта для его реализации".

Согласно прототипу предложены способы перемещения полезного груза, такого как пассажиры и/или багаж, и/или груз между аэропортом и кабиной воздушного судна. Предложены также терминалы аэропорта, воздушное судно и съемные каabinные модули, подходящие для реализации этих способов. Предложено воздушное судно, включающее съемный каabinный модуль. Предложен также **стыковочный** модуль для **перемещения** съемного каabinного модуля между воздушным судном и аэропортом. Предложен также способ изменения внутренней конфигурации кабины такого воздушного судна путем замены съемного каabinного модуля воздушного судна.

Недостатком прототипа является сложность и дороговизна реализации технических решений прототипа. По оценке экспертов, постройка специального терминала и стыковочного модуля пассажирской (грузовой) кабины с воздушным судном обойдется около 10 миллиардов долларов США.

Целью изобретения является устранение недостатков прототипа — предложение простого, экономичного и эффективного решения описанных выше проблем.

Для этого предлагается новый, экономичный способ посадки и высадки пассажиров (груза) воздушного судна со сниженным относительно прототипа временем посадки (погрузки), где кабина отделяется от воздушного судна подъемниками транспортного средства и доставляется к месту посадки (высадки) за пределами воздушного судна (РСТ/UA 2016 0000 58).

Таким образом, изобретение позволяет перемещать полезный груз независимо от воздушного судна. В частности, воздушному судну не нужно подъезжать к терминалу и находиться на стоянке в течение времени перемещения. Способ позволяет избежать использования телескопических пешеходных переходов или наземных транспортных средств для перевозки пассажиров, их багажа или груза между воздушным судном и зданием аэропорта или терминала.

Главное - воздушное судно становится универсальным воздушным перевозчиком от пассажиров до крупногабаритных грузов и военной техники, так как не связано с терминалом.

Способ предполагает наличие самолета, включающего (рис.1,4):

- приемное пространство для съемного каabinного модуля, являющегося верхней частью фюзеляжа;
- носовой обтекатель;
- кабину пилотов;
- хвостовой обтекатель;

- нижнюю конструкцию, содержащую нижнюю фюзеляжную часть;
- центрирующее устройство для центрирования съемного кабинного модуля в приемном пространстве;
- удерживающее устройство для фиксации съемного кабинного модуля в приемном пространстве;
- гидро(пнеumo)цилиндры, прикрепленные к внутренней части корпуса нижней части фюзеляжа, штоки которых обеспечивают соединение и рассоединение нижней и верхней частей фюзеляжа;
- отверстия в нижней и верхней части фюзеляжа для прохождения штоков гидроцилиндров, при этом отверстия в верхней части фюзеляжа герметично закрыты крышками, а герметичность между штоками и корпусом нижней части обеспечивается уплотнителем;
- выпуклые и вогнутые стыковочные поверхности корпусов верхней и нижней частей фюзеляжа;
- торцевые наклонные стенки приемного пространства воздушного судна;
- двери в торцевой стенке кабины пилотов;
- двери в торцевой стенке кабинного модуля;
- центрирующее устройство трапециевидной формы в приемном пространстве воздушного судна, выполненное вдоль оси воздушного судна и сопрягаемое с ответной впадиной в кабинном модуле;
- кронштейны с отверстиями в вертикальной полке, расположенные вдоль оси воздушного судна, основание которых связано с полосой, размещенной внутри верхней части корпуса кабинного модуля;
- съемный кабинный модуль, имеющий пол, соединенный с верхом нижней фюзеляжной части воздушного судна;
- концевые боковые торцевые стенки съемного кабинного модуля;
- центрирующее устройство съемного кабинного модуля;
- удерживающее устройство съемного кабинного модуля;
- сквозные отверстия в полу съемного кабинного модуля для прохождения штоков удерживающего устройства, размещенного в нижней части корпуса воздушного судна;
- наклонные концевые боковые торцевые стенки съемного кабинного модуля;
- центрирующее устройство кабинного модуля, расположенное вдоль его оси;
- удерживающее устройство съемного кабинного модуля в воздушном судне выполненное в виде отверстий в нижней части корпуса модуля.

Способ предполагает наличие транспортного средства для съемного кабинного модуля, включающего (рис 2,3):

- подрессоренную самоходную платформу, на которой смонтирован каркас Г-образной формы буквы русского алфавита при виде сбоку, где горизонтальная полка каркаса в форме буквы Г больше вертикальной;
- каркас при виде сверху представляет горизонтально расположенную русскую букву П, где верхняя полка каркаса и буквы П больше расстояния

между шасси и двигателями воздушного судна на величину, позволяющую беспрепятственно заехать транспортному средству под воздушное судно;

- автоматические телескопические упоры, которые смонтированы на концах горизонтальных полок каркаса;

- балки, расположенные сверху горизонтальных полок перпендикулярно им, количество полок при этом равно числу кронштейнов, размещенных на съемной пассажирской (грузовой) кабине воздушного судна;

- в балках по оси симметрии воздушного судна выполнены отверстия, в которых смонтированы автоматические подъемники съемной пассажирской (грузовой) кабины;

- опоры, расположенные с противоположных сторон подрессоренной рамы, автоматически откидывающиеся по команде водителя транспортного средства;

- кабину водителя, которая размещена в торце подрессоренной платформы на подъемнике, которая оснащена двумя противоположно расположенными рулями и имеющая возможность разворота на 180°;

- электрическую, гидравлическую и пневматическую станции, размещенные на подрессоренной платформе;

- автоматические привода подъемников с регистрацией усилий подъема и величины перемещения их вверх-вниз от нулевой точки;

- пазы на концах подъемников с перпендикулярно к ним выполненными отверстиями для сопряжения с помощью автоматических фиксаторов с кронштейнами пассажирской (грузовой) кабины воздушного судна;

- фиксаторы, прикрепленные муфтами к концам подъемников, которые приводятся в действие автоматическими гидро(пнеumo)цилиндрами;

- датчики автоматической системы парковки, размещенные по сторонам каркаса с выводом информации о расстояниях и зазорах до препятствий на пульт водителя и пилота.

Функционирование способа посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки:

1. Пустое транспортное средство с поднятыми телескопическими упорами, поднятыми опорами, поднятыми подъемниками, поднятыми ложементами подъезжает под воздушное судно (в данном случае самолет) со стороны кабины пилотов, ориентируясь с помощью датчиков парковки по оси самолета и нивелируется с помощью упоров по горизонтальной плоскости.

2. Затем опускаются подъемники и пазами входят в зацепление с кронштейнами съемного кабинного модуля (пассажирская или грузовая кабины), автоматические фиксаторы, приводимые в движение (действие) гидро (пнеumo)цилиндрами, жестко соединяют подъемники с кронштейнами.

3. Далее автоматически срабатывает на положение «открытие» разрезная шайба, в результате чего размыкаются штоки удерживающего устройства.

4. После этого подъемники транспортного средства поднимают съемный кабинный модуль (пассажирскую или грузовую кабину) над

фюзеляжем, кабиной пилотов, другими выступающими над ними элементами воздушного судна.

5. Осуществляется выезд транспортного средства с поднятым съемным кабинным модулем за пределы воздушного судна.

6. Благодаря использованию при операциях 1-5 автоматических устройств транспортного средства, взаимодействующих от команды пилота, время на съём съемного кабинного модуля не превышает 5 минут.

7. Ложементы водителем транспортного средства переводятся в горизонтальное положение, и на них подъемниками плавно опускается съемный кабинный модуль.

8. Транспортное средство отвозит съемный кабинный модуль для разгрузки в пассажирский или грузовой терминал для высадки пассажиров или выгрузки габаритных и иных грузов.

9. Сразу после выполнения пункта 5 начинается техническое обслуживание воздушного судна, при необходимости, заправка его топливом, подготовка пилотами выполнения нового полета, при необходимости, замена экипажа, доставка другим транспортным средством уже загруженного другого запасного взаимозаменяемого съемного кабинного модуля, и начинается операция пристыковки его к воздушному судну в обратном порядке уже описанной расстыковки, которая длится не более 5 минут.

Промышленная применимость. Способ посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки, воздушное судно и транспортное средство для его реализации могут быть реализованы на основе доступных на рынке материалов, деталей, узлов, технологий, имеющих в различных отраслях промышленности.

Появление описанной конструкции воздушного судна и транспортного средства стало возможным при конструировании из современных материалов и композитов: карбона, углепластика, углеволокна, титана. Применение современных материалов позволит снизить до конкурентного уровня вес воздушного судна, несмотря на использование в нем дополнительных узлов крепления съемного кабинного модуля к нижней части фюзеляжа.

Выводы

Модульный самолёт позволит сэкономить на стоимости пассажирских и грузовых перевозок, прибыль от которых мы оцениваем примерно в 8-10 долларов на человека, и ускорить работу аэропортов. Сократится время пребывания пассажиров в терминале аэропорта. Съемные кабинные модули, выполненные взаимозаменяемыми, и транспортное средство для их перевозки и стыковки с воздушным судном оптимизируют и логику аэропортов.

Список литературы

1. Патент № US 9, 193, 460B2 (45), дата патента 24 ноября 2015 г. «Способ посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки воздушного, воздушное судно и терминал аэропорта для его реализации».

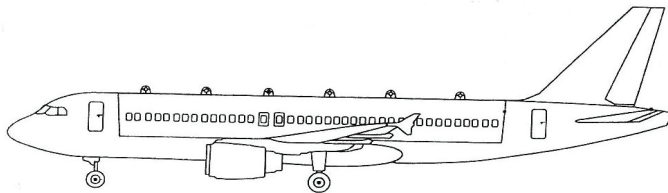


Рис.1. Самолёт со сниженным временем стоянки в аэропорту

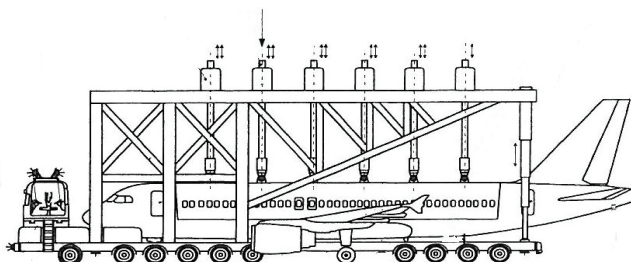


Рис.2. Транспортное средство для съёмного кабинного модуля

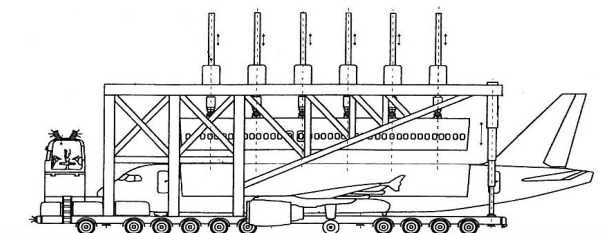


Рис.3. Транспортное средство в момент отсоединения кабинного модуля

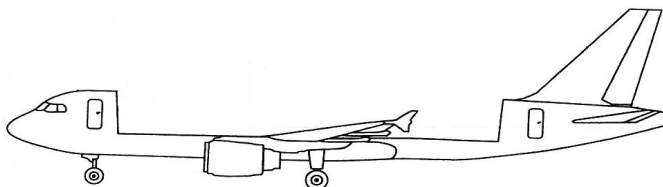


Рис.4.Самолёт со снятым кабинным модулем

*А.М. Новикова, доктор экон. наук,
(ГП «Государственный автотранспортный научно-исследовательский и проектный институт, Украина)*

Опыт создания треугольника знаний в Германии

Треугольник знаний включает в себя взаимодействие образования, науки и инноваций. Предусматривает формирование новой исследовательской модели для анализа взаимодействия между различными участниками в сфере науки и инноваций, включая исследовательские центры, университеты, бизнес, органы власти в научно-технической и инновационной политике.

Образование и инновационные разработки меняют культуру и технологии. Это было показано руководителем проекта профессором Клаусом Розенталем на примере городов Дортмунд и Падерборн.

До 50-х годов Дортмунд, как часть Рурского угольного бассейна, был центром сталелитейной промышленности, а Падерборн - аграрным центром. В 1958 году произошел угольный структурный кризис, а в 60-е годы металлургический кризис, в результате которого металлургия потеряла свое доминирующее положение. Федеральная земля Северный Рейн-Вестфалия создала новые университеты, технопарки и информационные предприятия в этих городах. В Дортмунде профессор Розенталь основал IT-компанию, которая стала успешно развиваться. Начальным капиталом послужил собственный капитал, банковский кредит, фонды структурного выравнивания регионов ЕС. В настоящее время там создана большая сеть технопарков.

К основанию университета в Падерборне в 1972 г. причастен его уроженец крупный бизнесмен Хайнс Никсдорф, решивший вернуться в родной город и возродить его. Созданию университета сопутствовало привлечение новых образованных людей, что способствовало новой культуре, новым идеям, созданию новых технопарков и новых технологий.

В настоящее время в университете Падерборн занимается 19900 студентов, на 5 факультетах: гуманитарном, экономическом, естествознания, электротехники, математическом и информатики. Обучение на бакалаврате составляет 3 года (180 кредитов), в магистратуре – 2 года (120 модулей). 25% бакалавров продолжают обучение в магистратуре; 3-4% студентов остаются работать в университете. Постоянный состав включает 2311 сотрудников, из них 237 профессоров. Профессора являются государственными служащими. Каждый профессор имеет свою исследовательскую группу. Бюджет университета составляет 202 млн. евро, из них 43 млн. евро – финансирование научных исследований.

В создании технопарков участвуют 3-5 игроков: университет, местные банки, торгово-промышленная палата. Для новых предприятий (start-up) устанавливаются невысокие налоги и арендная плата. Венчурное финансирование зависит от типа предприятия: первый тип – очень инновационный, но с высоким уровнем риска неохотно финансируется банками,

предприниматель действует на собственный риск; второй – менее инновационный, но риски существенно ниже – банки охотно финансируют.

Кластер – предприятия одной тематики (в Падерборне – технотроника), создают инновационный продукт. Со 100 млн. евро – 60 вложено предприятиями, 40 млн. евро – государством. Государство заказывает одну тему нескольким предприятиям.

В целом на научные исследования в 2013 г. Федеральным правительством Германии было выделено 79 млрд. евро. Источниками финансирования научных исследований являются: федеральный Общественный фонд поддержки Общественный фонд поддержки исследований, 7 рамочная программа исследований ЕС (Horizon 2020), фонды Федеральных Министерства образования и исследований, Министерства экономики и энергетики, Министерства образования. Более детальная схема структуры подачи заявки университета на финансирование научных исследований представлена на рис. 1.

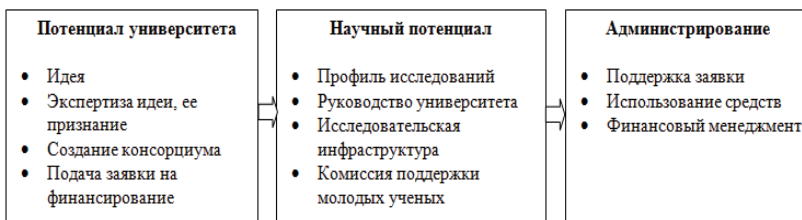


Рис.1. Структура подачи заявки университета на финансирование научных исследований

Инновации земли Северный Рейн–Вестфалия, предприятия, 20 тыс различных фондов, поддерживающих исследования. В структуре доходов от исследований университета Падерборн приходится: 30% на Общественный фонд поддержки исследований (самый крупный проект финансировался на протяжении 12 лет по 1,5 млн. евро/год в области естественных наук), 30% за счет средств предприятий, 40% - прочее финансирование. Объем финансирования научных исследований университета постоянно растет: с 25 млн. евро в 2006 г. до 46 млн. евро в 2014 году.

В Общественный фонд поддержки исследований, финансируемый из федерального бюджета, подаются заявки от университетов, лабораторий, исследовательских групп в любое время. Их оценивают профессионалы, которые избираются каждые 5 лет.

Профессора не могут получать заработную плату в проекте, но могут создавать лаборатории, новые рабочие места. Ориентировочно 1 рабочее место оценивается 250 тыс евро на 3 года. За счет проекта финансируется мобильность, компаньоны. Университет несет софинансирование, представляет помещение, оборудование. С бюджетной тематики не платятся налоги, С договоров предприятий платится налог с экономической

составляющей; с научной – нет. С научно-исследовательских работ уплачивается 30% налога, в том числе: 15% налога на прибыль, 14% коммунальных налогов, 1% налог в фонд солидарности Германии. Малые предприятия платят небольшие налоги, но рискуют всем своим имуществом.

В целом в ФРГ сложная система налогообложения, есть федеральные налоги, налоги земель, коммунальные налоги. Город может отменить налог при создании технопарка. Однако общая политика государства – никому не даются налоговые льготы, собирается большой бюджет, из него платятся

Специализация технопарков Падерборна – мехатроника. Мехатроника — область науки и техники, основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающими проектирование и производство качественно новых модулей, систем, машин и систем с интеллектуальным управлением их функциональными. В своем развитии прошла путь: механика – мехатроника – интеллектуальные системы. Примером является оборудование комбайна компьютером, что на 10% повышает его эффективность. Детальная схема триадного решения внедрения научных разработок представлена на рис. 2.



Рис.2. Триадное решение внедрения научных разработок

Технопарки сотрудничают с университетом в таких формах:

- 1) Привлечение студентов к исследованиям. Официально студент может отработать 9 часов в неделю.
- 2) Предлагают темы магистерских работ, диссертаций
- 3) Находят двуязычный персонал, отправляют работать в свои филиалы в разные регионы мира.

Примером технопарка была представлена фирма IT- кампания ATOS – одна из крупнейших в мире с годовым оборотом 11 млрд. евро и 90 тыс. сотрудников. Кампания создала кредитные карты, является официальным кампанией, сопровождающей Олимпийские игры.

Ставятся задачи перспективных технологий взгляд в будущее на 10 лет и конкретные решения на 4 года. Разрабатывается новая тема «расширенного будущего IT», так называемая «дополнительная реальность», приглашаются все университеты с новыми креативными идеями студентов. Кампания в настоящее время работает над такими проблемами:

1. Стирания информации в социальных сетях.
2. Моделирования спасения до 1000 жертв после крупных катастроф.
3. Предсказания уличных пробок за 4 часа до их появления. Для этого фирма Siemens в установила в Берлине сенсоры, которые в on-line режиме

отслеживают трафик. Надо заметить, что на улицах время перехода пешеходов сокращено до 10-15 секунд для возможности перехода быстрым шагом, что позволяет повышать общую скорость передвижения автомобилей по городу.

4.Созданием электронной сети предприятия (сеть Арибо), благодаря которой сотрудникам не нужна электронная почта в корпоративной связи.

5.Новых бизнес-моделей.

6.3-Д Драйв-принтеров.

7.Надежности медицинских данных.

8.Создания искусственного сердца. В данное время при помощи серсоров мониторятся все показатели работы сердца. По сути оно может быть заменено на искусственное.

Стоит задача сделать результаты фундаментальных научных разработок доступными обществу. Проект «Индустриальный Интернет» разрабатывается технопарком пятое поколение Интернета вместе с кампанией Fraughofer.

Start up – вновь созданные предприятия. В технопарке Падерборна создано 20 Start up. Планируется их количество удвоить. Сюда привлекаются студенты по привлечению навыков развития малого бизнеса, хотя, в основном, студенты нацелены на работу в крупных фирмах

В университете читается курс лекций о создании новых предприятий, однако их посещает всего лишь 100 студентов из 20 тысяч. На основе бизнес-инкубаторов объявляется конкурс на создание новых идей. В течении одних суток все 24 часа идет формирование студентами новой идеи. Первые часы консультации проводятся бесплатно. Победителям кастинга предоставляется площадь (120 квадратных метров на 25 рабочих мест) и грант для начала деятельности. От создания малого предприятия до получения реального результата проходит, как правило. 6 месяцев.

Примером такого предприятия служит идея старшекурсников о том, что школьные учебники недостаточно хорошо подают материал. Для подготовки к выпускным экзаменам старшекурсниками были написаны дополнительные методические материалы по основным предметам, а также предоставлялась начитка лекций абитуриентам по выходным за небольшую сумму 20-30 евро. В случае несдачи экзамена деньги возвращаются. За несколько лет годовой оборот этой студенческой кампании достиг 200 тыс. евро.

Необходимо отметить, что приемная комиссия университета состоит из двух человек и документы принимаются без экзаменов в случае соответствия проходного балла (например, 2,65 – в Германии баллы оценивается в противоположном порядке). Занятия начинаются дважды в год – осенью и весной. Перед началом занятий вновь поступившим студентам предлагают поработать по специальности. Бывает часть студентов отказываются учиться дальше по специальности. Достаточно много отсеивается студентов на сессии.

Очень интересен опыт дуальной системы образования – сочетания обучения и работы на предприятии. На такой основе строится среднее профессиональное образование и отдельные Вузы идут по такой системе. Ее

преимущество – 90% устройство на работу. Да и современная молодежь стремится как можно раньше начинать работать.

Высшая школа экономики, имеющая статус ВУЗа, была основана в 1993 году, имеет 5400 выпускников и 2000 студентов. Она сотрудничает с 600 предприятиями, которые платят стипендию работающему студенту. Принцип Высшей школы экономики – индивидуальный подход, определяются сильные стороны студента и где он должен оказаться через 3 года обучения. Соответственно выбирается специальность и предприятие, на которое посылается работать студент.

При обучении на бакалаврате общая сумма кредитов составляет 180, 1400 часов. Из 180 кредитов 30 кредитов – на предприятии. При этом студент обучается 3 месяца, сдает сессию и 3 месяца работает на предприятии, после второго семестра – работает полгода на предприятии. (Многие предприятия посылают работать в филиалы за границу. Например, фирма Сименс посылает в США, Техас). По окончании шестимесячной работы на предприятии студент пишет научную работу, приравниваемой к половине бакалаврской работе на 30 страниц. После пятого семестра студент пишет бакалаврскую работу на предприятии. 40% студентов после получения звания бакалавра не продолжают обучение. Обучение в магистратуре составляет 2 года. На всю неделю студенты получают домашние задания, в субботу ходят на начитку лекций.

Как студент успевает обучаться? В Высшей школе экономики нет каникул, лишь 2 недели летом. 48 недель в году студент либо учится, либо работает. По классической системе образования до получения диплома доходило 60% студентов, а теперь – 85-90%. Обучение достаточно дорогое – 670 евро в месяц, (в то время как в Германии высшее образование бесплатно), однако оно популярно.

Выводы

В Германии создана эффективная система интеграции университетского образования, науки и инноваций. Она поддерживается большим объемом финансирования: как бюджетного, так и средствами предприятий благодаря чему инновации сразу внедряются в производство, совершенствование нового продукта. Широко привлекаются студенты «молодые мозги», рождающие новые идеи. Руководство профессуры при работе над конкретным проектом обеспечивает глубокую профессиональную подготовку, обеспечивает интеграцию треугольника знаний.

Т.Ф. Шмельова, д.т.н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Ю.В. Сікірда, к.т.н., доц.
(Кіровоградська льотна академія
Національного авіаційного університету, Україна)

Модель оптимізації транспортних потоків з урахуванням методів комбінаторики та регресійного аналізу

Представлений підхід до прогнозування ефективності операційної діяльності авіакомпанії з використанням методів комбінаторики та регресійного аналізу. Розроблена регресійна модель дозволяє знаходити оптимальний склад повітряного парку для забезпечення мінімальної вартості авіаперевезень за умови максимального задоволення попиту на транспортування.

У сучасних умовах авіакомпанії при відкритті нової повітряної лінії або при зміні попиту за маршрутами авіаперевезень зіштовхуються з проблемами визначення оптимального складу повітряного парку та розподілу наявних повітряних суден (ПС) за визначеними рейсами для максимального задоволення існуючого попиту на авіаперевезення за умови мінімізації витрат авіатransпортного підприємства. Математичним апаратом, який доцільно використовувати для розрахунку оптимального складу повітряного парку авіакомпанії, є комбінаторика [1-3] та регресійний аналіз [4-5], для розподілу ПС за встановленими напрямками авіаперевезень – транспортна модель [4-5]. У разі проведення досліджень науковці акцентують увагу на необхідності організації пасажиропотоків для максимального задоволення попиту на транспортування в умовах забезпечення мінімальних витрат авіакомпанії, але не пропонують методіку визначення оптимального складу повітряного парку з урахуванням пасажиромісткості ПС та собівартості перевезень [6-7].

Метою дослідження є визначення оптимального складу повітряного парку авіакомпанії для мінімізації вартості виконання авіаперевезень за умови максимального задоволення попиту на транспортування з урахуванням пасажиромісткості ПС та собівартості перельоту за певним маршрутом за допомогою методів комбінаторики та регресійного аналізу у середовищі MS Excel.

У вузькому сенсі комбінаторика представляє собою підрахунок різних комбінацій, які можна скласти з деякої безлічі дискретних об'єктів [1-3], у нашому випадку – ПС. Принципово важливо, що ці об'єкти піддаються підрахуванню (дискретність), та що серед них немає однакових. Найпоширенішими видами комбінацій є перестановки об'єктів, їх вибірка з безлічі (поєднання) і розподіл (розміщення).

Визначимо максимальну ефективність авіаперевезень E у разі різної кількості ПС n_i різних типів m_i з урахуванням методів рішення транспортної задачі та регресійного аналізу [8]:

$$E = \max \min (y_i; y_{oi}), \quad (1)$$

де цільова функція:

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l c_{jk} x_{jk} - \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^l c_{jk} x_{jk} \rightarrow \min; \quad (2)$$

$$y_{oi} = f(x_{ji}); \quad (3)$$

обмеження:

$$y_i - y_{oi} \leq 0; \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{jk} = a_j, \quad j = \overline{1, m}; \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^l x_{jk} = b_k, \quad k = \overline{1, l}; \quad (6)$$

$$x_{jk} \geq 0, \quad j = \overline{1, m}, k = \overline{1, l}, \quad (7)$$

де y_i , y_{oi} – відповідно фактична та очікувана мінімальні вартості перевезень; c_{jk} – собівартість перельоту на j -му типі ПС до k -го пункту призначення, у.о.; a_j – загальна кількість ПС n_i типу m_j , шт.; b_k – попит на пасажироперевезення до k -го пункту призначення за місяць, чол./міс.; x_{jk} – кількість ПС n_i типу m_j , яку необхідно виділити на k -ту повітряну лінію, шт.

Розглянемо приклад визначення оптимального складу повітряного парку авіакомпанії, яка має в наявності літаки типів Б-737-200, Б-737-300, Б-737-400, Б-737-500 та виконує рейси за маршрутами Київ – Афіни, Київ – Ашхабад, Київ – Будапешт, Київ – Варшава. Спрогнозуємо ефективність виконання авіаперевезень авіакомпанією з наявною різною комбінацією типів ПС за допомогою регресійного аналізу.

Для початку будемо вважати, що кількість літаків n_i різних типів m_j однакова ($n_i = const$, $m_j \neq const$, $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$). Для кожної комбінації отримана фактична (цільова функція y_i) та очікувана (регресія y_{oi}) мінімальна вартість перевезень за умов виконання накладених обмежень на обсяги пасажиропотоку та пасажиромісткість наявних ПС (табл. 1, рис. 1).

Видно, що у разі комбінації однакової кількості різних типів літаків максимальна ефективність виконання авіаперевезень авіакомпанією очікується при наявності трьох літаків чотирьох різних типів:

$$E = \max \min (y_i - y_{oi}) = \max \min (4365; -3945; -5205; 4785) = -5205 \text{ грн.};$$

$$y_i - y_{oi} \leq 0.$$

Таблиця 1

Результати регресійного аналізу у разі комбінації літаків ($n_i = m_i$)

№ з/п	Кількість ПС n_i типу m_i , x	Цільова функція y_i , грн.	Регресія, y_{oi} , грн.	Відхилення $(y_i - y_{oi})$, грн.
1	1111	42700	38335	4365
2	2222	77800	81745	-3945
3	3333	119950	125155	-5205
4	4444	173350	168565	4785

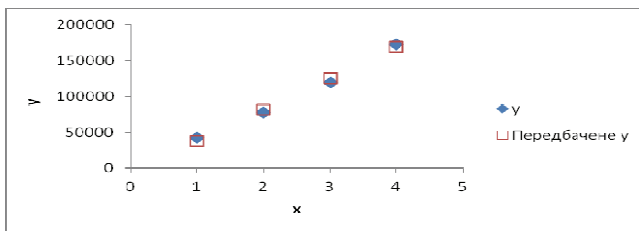


Рис. 1. Регресійний аналіз у разі комбінації однакової кількості різних типів літаків

Розглянемо результати регресійного аналізу вибірки з 11 можливих комбінацій літаків n_i різних типів m_j ($n_i \neq const$, $m_j \neq const$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$) за умови дозволу на відмінність порядку розташування та повторення елементів у групі (табл. 2, рис. 2).

Таблиця 2

Результати регресійного аналізу у разі комбінації літаків ($n_i \neq m_j$)

№ з/п	Кількість ПС n_i типу m_j, x	Цільова функція y_b , грн.	Регресія, y_{oi} , грн.	Відхилення $(y_f - y_{oi})$, грн.
1	1111	42700	26302	16398
2	2111	50200	37241	12959
3	1112	51700	48180	3520
4	2211	58700	59118	-418
5	1122	60800	70057	-9257
6	1113	60900	80995	-20095
7	1114	70250	91934	-21684
8	2222	77800	102873	-25073
9	3333	119950	113811	6139
10	4134	124600	124750	150
11	4444	173350	135689	37661

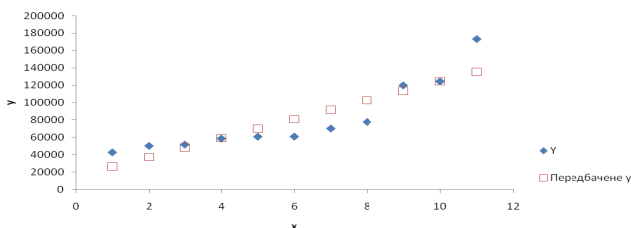


Рис. 2. Регресійний аналіз у разі комбінації різної кількості різних типів літаків

Видно, що у разі комбінації різної кількості різних типів літаків максимальна ефективність виконання авіаперевезень авіакомпанією очікується при наявності двох літаків чотирьох різних типів:

$E = \max \min (y_f - y_{oi}) = \max \min (16398; 12959; 3520; -418; -9257; -20095; -21684; -25073; 6139; 150; 37661) = -25073$ грн.;

$$y_i - y_{oi} \leq 0.$$

Методом факторіалів визначимо кількість можливих комбінацій літаків n_i різних типів m_j ($n_i \neq const$, $m_j \neq const$) за умови дозволу на відмінність порядку розташування та заборони повторів елементів у групі:

$$n_i = n! = 4! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24.$$

Тобто, можна сформуувати 24 групи, в яких кількість літаків кожного з чотирьох типів може змінюватись від одного до чотирьох.

Методом поєднання визначимо кількість можливих комбінацій літаків n_i різних типів m_j ($n_i \neq const$, $m_j \neq const$) за умови заборони на відмінність порядку розташування та повторів елементів у групі:

$$c_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!} = \frac{4!}{4!(4-4)!} = \frac{24}{24 \cdot 1} = 1.$$

В нашому випадку можливий тільки один варіант поєднання літаків чотирьох різних типів у групу з чотирьох елементів.

Висновки

Методи комбінаторики та регресійного аналізу доцільно використовувати для прогнозування ефективності операційної діяльності авіакомпанії. Розроблена регресійна модель дозволяє знаходити оптимальний склад парку ПС для забезпечення мінімальної вартості авіап перевезень за умови максимального задоволення попиту на транспортування. Планується розрахунок мінімальної ефективності у разі різної кількості ПС різних типів.

Список літератури

1. Сачков В. Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики / В. Н. Сачков. – М : Наука, 1982. – 448 с.
2. Холл М. Комбинаторика / М. Холл. – М. : Мир, 1970. – 424 с.
3. Виленкин Н. Я. Комбинаторика / Н. Я. Виленкин. – М. : Наука, 1969. – 328 с.
4. Таха Х. Введение в исследование операций / Х. Таха ; пер с англ. – 7-е изд. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
5. Прокудін Г. С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах : монографія / Г. С. Прокудін Г. С. – К. : НТУ, 2006. – 224 с.
6. Савченко Л. В. Підвищення ефективності прогнозування в транспортних системах : автореф. дис. канд. техн. наук. / Л. В. Савченко. – К., 2002. – 34 с.
7. Забара С. С. Автоматизована система управління транспортними перевезеннями / С. С. Забара, М. Т. Дехтярук // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2014. – № 2. – С. 18–28.
8. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Теория управления» для курсантов специальности 7.100109 «Обслуживание воздушного движения» и для слушателей заочного факультета специальности 7.100109 «Обслуживание воздушного движения» по теме: «Транспортная задача» / О. П. Бондарь, Т. Ф. Шмелева, В. П. Чайковский, Ю. В. Сикирда. – Ч. 1. – Кировоград : ГЛІАУ, 2003. – 30 с.

Л.О.Сулима, к.е.н., О.Є.Соколова, к.е.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Планування маршрутної мережі й розкладу авіакомпанії

Досліджено основні фази планування й формування маршрутної мережі й розробки розкладу авіакомпанії з урахуванням внутрішніх та зовнішніх факторів, що впливають на комерційну діяльність авіакомпанії. Також розкрито та враховано поняття «слоти», що значно впливає на розклад.

Планування та формування маршрутної мережі (ММ) і розкладу в авіакомпанії являє собою безперервний циклічний процес. Цей процес складається із трьох фаз (див. рис. 1):

1. Фаза розробки – стратегічне планування розвитку ММ.
2. Конструкційна фаза – короткострокове планування ММ і розкладу на сезон.
3. Регулювання – адаптація маршрутної мережі в умовах ринку, що постійно змінюється, і поточного стану авіакомпанії.

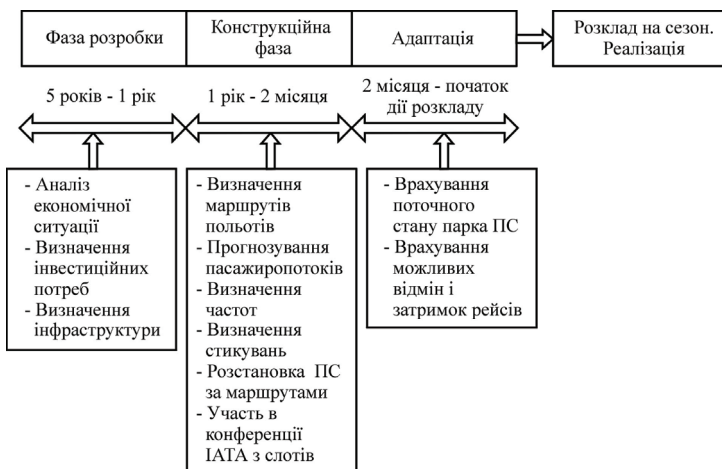


Рис. 1. Фази планування маршрутної мережі й розкладу

Фаза розробки починається за 5 років і закінчується за 1 рік до початку навігації. Такий тривалий період необхідний авіакомпанії для: визначення інвестиційних потреб компанії для розвитку маршрутної мережі; визначення інфраструктури аеропортів; визначення політики обслуговування авіап перевезень; формування стратегії розвитку взаємин з партнерами; висновок-договорів на придбання нових повітряних суден (ПС).

Протягом даної фази відповідні фахівці повинні оцінити розвиток економічної й політичної ситуації в регіонах, в яких авіакомпанія вже виконує

або тільки збирається виконувати польоти, проаналізувати існуючі маршрути, оцінити потенціал для подальшого розвитку вже існуючих маршрутів і їх внесок у маршрутну мережу (трансферні потоки), проаналізувати положення авіакомпаній-конкурентів, визначити можливих партнерів і стратегію спільної діяльності. У період конструкційної фази - від 1 року до 2-х місяців до початку сезону - здійснюється формування маршрутної мережі на сезон. У цей період відбувається розробка маршрутної мережі на наступну навігацію (літню або зимову). Послідовність завдань, які вирішуються в період конструкційної фази, представлена на рис. 2.

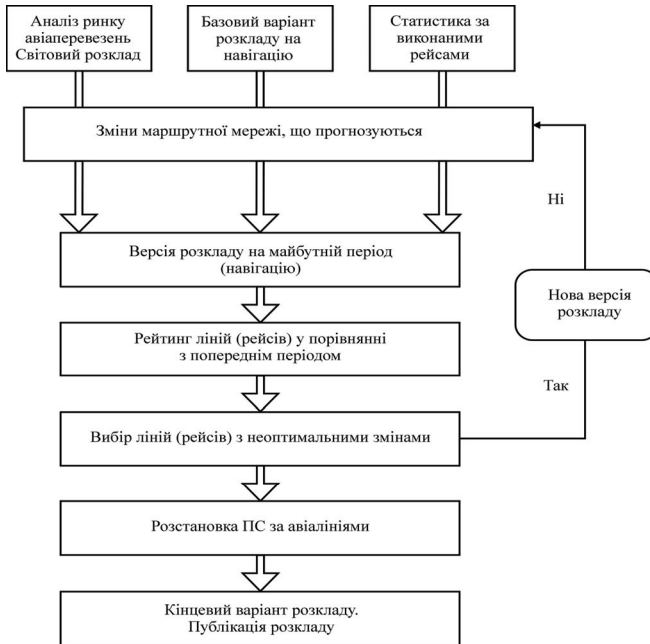


Рис. 2. Конструкційна фаза планування розкладу

Протягом року на основі діючого розкладу на навігацію й відповідно до ухваленого в процесі стратегічного планування рішення відбувається формування майбутньої маршрутної мережі. У цей період необхідний ретельний аналіз стану ринку для розробки достовірних гіпотез зміни базового варіанта маршрутної мережі: визначення маршрутів з високим потенціалом для виставлення додаткових смоностей або уведення додаткових частот, відкриття нових маршрутів і т.ін.

У процесі формування маршрутної мережі використовується комплекс моделей для прогнозування пасажиропотоку, визначення очікуваних доходів і витрат, оцінки ефективності маршрутної мережі. Крім цих моделей на етапі конструювання використовуються також моделі визначення частки ринку

кожного маршруту, розміру ринку й попиту, визначення втрат від незадоволеного попиту, моделі перерозподілу незадоволених пасажирських потоків по альтернативних маршрутах з урахуванням стикувань.

Алгоритм визначення оптимального числа частот формується в такий спосіб. Потенційні пасажирів розподіляються між кріслами авіакомпаніями-перевізниками, що виставляються пропорційно, і при введенні нової частоти одним з перевізників частка пасажирів, яких він може перевезти, збільшується, але разом з тим може знижуватися відсоток завантаження кожного літака (відсоток завантаження визначається як відношення числа пасажирів до ємності літака). Слід зазначити, що під всі заплановані до виконання частоти авіакомпанії повинні мати слоти у всіх аеропортах зльоту/посадки.

Раз у півроку під егідою IATA проходять конференції, у яких беруть участь представники авіакомпаній (у тому числі й не є членах цієї організації), аеропортів, IATA, слот-координаторів і слот-посередників.

Під час конференцій відбувається первинний розподіл слотів в аеропортах другої й третьої категорії з обліком правила історичного прецеденту, ефективності використання слотів у попередньому сезоні й пропускних характеристиках повітряних гаваней, а також вирішуються спірні питання. У випадку, якщо той самий слот хочуть одержати кілька авіакомпаній, вибір робиться на користь перевізника, що планує використовувати цей слот на більше довгий період. Вільні слоти, що залишилися після розподілу, передаються в загальний фонд, з якого виділяються слоти для авіакомпаній-новачків. У цей же фонд перевізник повинен передати слоти, які він не може ефективно використовувати.

Одним з найважливіших понять системи розподілу слотів IATA є історичний прецедент, або так звані «дідівські права» («grandfather rights»), на певний слот, що авіакомпанія ефективно (не менш чим на 80%) використовувала в аналогічний сезон попереднього року. Одержавши потрібний слот, у наступному сезоні авіакомпанія може застосувати правило історичного прецеденту й одержати цей же слот за полегшеною процедурою. Таким чином, право на слот фактично закріплюється за авіакомпаніями, хоча юридично ці права ніяк не позначені. Слоти, що не підпадають під дію правила історичного прецеденту, розподіляються у відповідності зі списком пріоритетів. Найбільш пріоритетними вважаються міжнародні рейси, потім ідуть внутрішні, далі - регіональні.

За класифікацією IATA всі аеропорти з погляду їх завантаженості діляться на три категорії. До першої відносяться аеропорти, пропускна здатність яких дозволяє прийняти рейси всіх авіакомпаній, що бажають відкрити маршрути в цю повітряну гавань. Ці аеропорти в документах IATA розглядаються як «ті, що не координуються». Перед відкриттям рейса в такий аеропорт перевізникові досить погодити з адміністрацією аеропорту умови обслуговування рейсів. Під другою категорією розуміють аеропорти, пасажиропотік у які наближається до максимальної пропускної здатності.

Тут авіакомпанія-новачок може стикнутися із труднощами в одержанні зручного слота. У таких аеропортах, позначених як «ті, що координуються», працюють слот-посередники (з співробітників аеропорту). В аеропортах цієї

категорії правило історичного прецеденту не застосовується. Щоб уникнути непередбаченого перевантаження аеропорту, авіакомпанія-новачок повинна погодити з посередником проект свого розкладу. В аеропортах третьої категорії, або «тих, що повністю координуються» аеропортах, попит на слоти перевищує пропускну здатність. В Worldwide Scheduling Guidelines («Загальноприйняті рекомендації зі складання розкладу») опублікований список всіх координуваних та повністю координуваних аеропортів.

Аналіз транзитних потоків, що існують на світовому ринку авіаперевезень, дозволяє встановити конкурентоспроможний розклад, збільшувати кількість стикувань усередині мережі й підбудовувати маршрутну мережу під світовий розклад.

При створенні варіанта маршрутної мережі й плануванні розкладу вирішується завдання розміщення ПС по лініях за критерієм мінімуму витрат. У період конструкційної фази може бути сформовано кілька альтернативних версій розкладу. За 2 місяці до початку сезону повинен бути сформований остаточний варіант розкладу. На основі спрогнозованого попиту на авіаперевезення за авіалініями й рейсами, а також у результаті вирішення завдання оптимального розміщення повітряних суден за авіалініями, вирішується завдання складання плану руху літаків з розміщенням ПС за рейсами із вказівкою бортового номера з урахуванням часу на технічне обслуговування літаків в аеропортах зльоту/посадки. На заключному етапі - фазі адаптації й регулювання - відбувається остаточна корекція розкладу з урахуванням можливих скасування рейсів, викликаних форс-мажорними обставинами всередині авіакомпанії (вихід з ладу ПС, заборона польотів) або на світовому ринку (стихійні лиха, воєнні дії).

Але необхідно розуміти, що після опублікування остаточної версії розкладу, а також у процесі його виконання можуть бути внесені зміни, обумовлені різними зовнішніми й внутрішніми факторами, а також комерційною доцільністю зміни параметрів рейса. Ці завдання зі зміни розкладу віднесено до оперативного управління розкладом, які можуть бути враховані під час його планування та формування тільки частково.

Список літератури

1. Висоцька І.І. Прогнозування розподілу пасажиропотоків внутрішніх авіаційних перевезень України: метод hub-системи/ І.І. Висоцька// Прогнозування соціально-економічних процесів – 2009: Міжнарод. наук.-практ. конф., 16-17 квіт. 2009 р.: тези доп. – К.: КНУ, 2009. – С. 40–41.
2. Мокринська З.В. Сучасні тенденції розвитку міжнародного ринку авіаперевезень / З.В. Мокринська // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2009. – Вип. 24. – С.144–152.
3. Окулов В.М. Эффективность пассажирских авиаперевозок/ [В.М. Окулов, М.И. Полубояринов, Е.П. Курочкин та ін.]. – М.: НОУ ВКШ «Авиабизнес», 2008. – 208 с.
4. Курочкин Е.П., Дубинина В.Г. Управление коммерческой деятельностью авиакомпании / Е.П.Курочкин, В.Г.Дубинина. – М.: НОУ ВКШ «Авиабизнес», 2009. – 536 с.

*O.M. Matychyk, V.S. Konovaliuk, PhD, O.O. Solons'ka
(National Aviation University, Ukraine)*

Social equity: key to tourism sustainability

A discussion of social aspects in sustainable development of tourism is raised. The effects and prospects of sustainable tourism development in Ukraine are grouped. The models for sustainable development are considered in terms of application to tourism industry. Indicators to assess air transport impact on sustainability of tourism industry are justified.

Tourism is one of the world's largest industries and one that continues to expand very rapidly. It contains ecological, political, social and economical aspects. But there is a tendency of decreasing tourism users for several last years. The reason of that could be reducing of tourism availability for general public. Growth trends in the tourism industry actualize the sustainable development of tourism in order to harmonize the interests of tourism, local communities and tourist destinations of ecological load on the territory of destinations, especially in growing problem of environmental security of the planet.

The aim of the given paper is to investigate the impact of social equity on tourism sustainability and to justify a methodology for sustainable development of tourism industry in relation to air transport operation.

The essence of the concept of sustainable tourism includes two key interrelated provisions. First provision implies the need to meet the demands, including the preferences, for all segments of the population, particularly the poor and disadvantaged. Social forms of tourism suggest that tourism complements almost equally to economic, social and aesthetic needs of people.

According to the second provision, tourism is restricted by presence of resource constraints which challenge the environment's ability to meet current and future needs of mankind. The main component constraint in sustainable development is natural environment. Another group of significant constraints for sustainable tourism includes limitations caused by the organization of society, culture and education: economic, cultural, social and living constraints.

A particular focus should be attached to tackling poverty, an aim that is given clear prominence in international declarations and related agendas for sustainable development. However, sustainable development policies should also address a wider constituency and aim to improve the circumstances of those who have been historically disadvantaged or who have limited access to power.

In Ukraine, reserves are located in rural territories. Reserved territories attract more and more tourists, as internal and foreign. But the hospitality structure is far from those standards that are accepted at the international level.

Analysis showed that rural territories of Ukraine have a difficult economic situation for today, but possess the high potential for the tourist activity's development, namely sustainable tourism. The feasibility of the transition to the implementation of the sustainable development strategy of Ukraine is determined by

internal and external factors related to European aspirations of Ukraine and the need to fulfill international obligations of Ukraine. Against the backdrop of increased competition in the international tourism market, global trends to strengthen the role of states in the sustainable development of tourism, domestic tourism product becomes less attractive and competitive.

As a result, national tourism and resorts industry is unable to ensure the full implementation of economic, social and humanitarian functions, is not conducive to preservation of the environment and cultural heritage, create jobs, and is not empowered to increase the share of services in GDP structure. To overcome these negative phenomena in Ukraine developed a strategy for sustainable development of tourism and resorts industry, which aims to:

- 1) improve the quality of life; protection of national interests of Ukraine in the sphere of tourism;
- 2) form a competitive national tourist product in the domestic and international markets based on the rational use of tourism resources, preservation of historical and cultural heritage and ethnic peculiarities of Ukrainian people;
- 3) create the conditions for tourism product consumption;
- 4) implement the Constitution of Ukraine securing the rights of citizens to rest, freedom of movement, employment, health care, safe for life and health, the spiritual needs and other rights through promotion of tourist travel and leisure tourism;
- 5) improve the legal, institutional and socio-economic basis of implementation of the state policy of Ukraine in the field of tourism and resorts in the context of globalization and European integration of social processes.

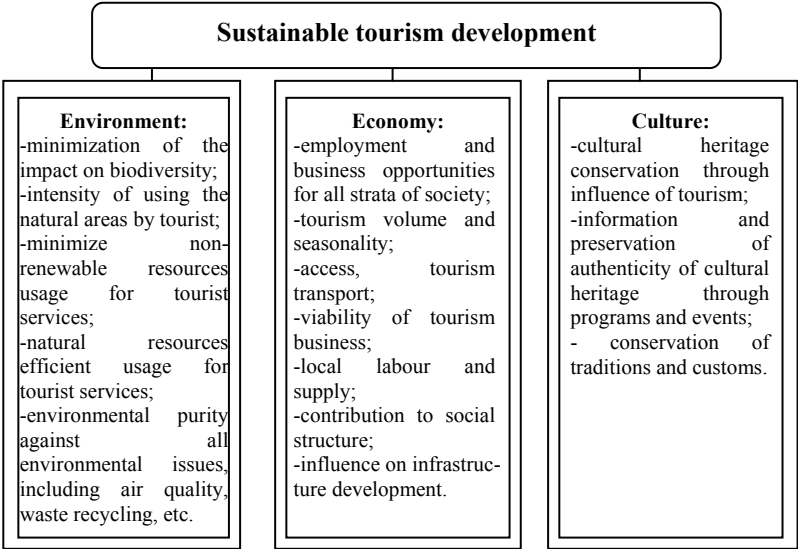


Fig. 1. Basic components of sustainable tourism development

Using the methodology suggested by C. Padin, sustainable tourism development is planned in three plains: environmental, economic, and cultural (fig.1).

The given approach incorporates stakeholders from the three suggested fields and ensures long-term efficiency and growth of tourism inclusive of the social equity aspect.

As a result, life level of local population will be better and positive impact on the situation in the whole country. The principle of social justice involves performing several tasks: constant diversification of supply of tourism services and tourism products, the regional diversification of tourism, regulation of capital movements, demography, social gains on the structure of incomes of various groups of the population, scope and structure of free time, access to healthcare, education, sports and tourism, culture and entertainment.

It is fundamentally important to solve two problems: 1) the development of tourism and its individual segments, oriented to vulnerable segments of the population, therefore, meet the basic needs of all people; 2) development of scientifically specialized, including extreme forms of tourism and, thus, harmonize the lifestyle of people who have high income, with environmental opportunities destinations.

Based on consideration of the current approaches to modeling sustainable development, in Table 1 a classification of models with brief description of their application features is provided.

Table 1

Classification of models for sustainable development

№	Type of models	Description
1	Visual Models	Simple, static interdisciplinary models that cannot provide accurate data but are intended for broad audience.
2	Physical Models	Restricted models for creation of ecosystems based on environmental components are limited in time.
3	Quantitative Models	Macro-economic, equilibrium, optimization models that are accurate and informative to empower analysis and forecasting.
4	Conceptual Models	Global scale, cross-border long-term perspective models considering different scenarios of impacts on natural environment.
5	Standardizing Models	A model incorporating sustainable development indicators based on individual trends.

Having analyzed the models representing for sustainable development problems, it can be summarized that the quantitative models allow systematize, measure, compare, represent various aspects of sustainable development. As a subclass of quantitative models, economic models are employed in policy endorsement.

A typical example of quantitative models is the Irish Sustainable Development Model ISus which involves a matrix of input-output environmental issues modeling the effect from other industries and stakeholders on the environment. The model is represented as a matrix relating emissions M (outputs) to the production X through B (emissions coefficient matrix):

$$M = BX. \quad (1)$$

After applying Leontieff reverse of production X to consumption BY though final consumption BL the following equation is obtained:

$$M = BX = BLY. \quad (2)$$

When an individual impact i (pollutant) is considered then the equation (1) can be transformed into:

$$M_i = B_{i,1}X_1 + B_{i,2}X_2 + B_{i,n}X_n \dots \forall 1. \quad (3)$$

The results of modeling the outputs for environment from various economic sectors were interpreted based on relative values. Applicability of this model in the case of Irish sustainable development was proved through the results of estimations using the given model were successfully implemented in the policy forecasts and the follow-up benchmarking.

Following the aim of the given study it is necessary to link the possibility to model sustainable development with impacts from air transport industry on sustainable growth. In Europe, the majority of tourism studies and policies have a bias towards air transport based international tourism. This bias is unfortunate, as it ignores the fact that less than 20% of European tourism depends on air transport and around 60% of European tourism is domestic, and of the remainder (40%), less than 10% leaves the EU.

On the example of Alpine airport development, the issue related with airport development and sustainable growth of the region was considered. A controversy was found between the necessity of the local communities to be connected with other regions through transportation alternatives and the negative impact from aviation operation on the local environment.

The experts opinion study revealed that social equity problem could be a barrier for adherence to the principles of sustainability. An agenda for sustainable tourism needs to embrace two elements: the ability of tourism to continue as an activity in the future, ensuring that the conditions are right for this; and the ability of society and the environment to absorb and benefit from the impacts of tourism in a sustainable way. In general, the paradigm of sustainable tourism embraces environmental protection, social equity, absence of racial and ethnic discrimination.

Development will be sustainable only if the balance is achieved between the various factors that contribute to overall quality of life. It was investigated that there is a controversy between two aspects of tourism: economical and social. From the one point, tourism is a source of income. From another point, it is a source of conflicts between local people, tourists and natural and recreational funds.

At the same time, it is necessary to manage resources with social, economical, ethic compliance and without any harm to biological diversity and life

support systems. It is important to involve peripheral areas into the infrastructure with a proper planning of activities and objects.

There are some solutions of social equity problem: developing income earning opportunities for disadvantaged people; supporting of local economics; utilizing income from tourism to support social programs; socially responsible tourism marketing; careful planning, a comprehensive approach integrates ecological tourism in regional development plans; conservation of natural, social and cultural diversity; using of natural resources without its exhaustion; consulting of stakeholders and community.

The issue of sustainable development of society, mechanisms of formation and implementation of sustainable development, its resource support actively exploring foreign and domestic scientists. However, some aspects of sustainable development, including the formation mechanism of sustainable development require further research.

Summarizing, social equity contributes significantly to sustainable development of tourism. Stabilization of social equity problem needs a wide range of actions on the different levels of organization. As for Ukraine, regulation of social equity aspect in tourism sustainability will lead country on higher level in the world and will make a base for European integration. The influence of air transport on sustainable development of tourism is considered from a rather negative perspective by the contemporary researchers. Models that enable assessment of tourism sustainability are represented by a multitude of approaches, of which quantitative models can be applied effectively and with few restrictions.

References

1. Gossiling S. Tourism – Sustainable Development Option? / S. Gossiling // Environmental Conservation. – 2000. – Vol. 27 – N 3.
2. Kates R. W. What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice / R. W. Kates, T. M. Parris, A. A. Leiserowitz. – Environment: Science and Policy for Sustainable Development.
3. Monterrey Consensus of the International Conference on Financing for Development. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.un.org/esa/ffd>.
4. Hulse J. H. Sustainable Development at Risk: Ignoring the Past / J. H. Hulse. – New Delhi: Cambridge University Press India Pvt. Ltd. Ottawa: International Development Research Centre.
5. Padin C. A sustainable tourism planning model: components and relationships. – European Business Review. – 2012. – Vol. 24 Iss: 6, pp.510 – 518.
6. Todorov V., Marinova D. Models of Sustainability. Proceedings of the 2009 Congress of the Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, 2009. [Электронный ресурс] / Режим доступа: www.mssanz.org.au/MODSIM09/MODSIM09.htm.
7. J. O'Doherty, K. Mayor, R.S.J. Tol. Irish Sustainable Development Model (ISus): Literature Review, Data Availability and Model Design, The Economic and Social Research Institute Working Paper 186 (2007), Dublin. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.esri.ie/UserFiles/publications/20070403121154/WP186.pdf>.

Перетворення координат у просторі через напрямні косинуси під час аерофотознімання робіт

Розглянуто використання перетворення координат через напрямні косинуси у фотограмметричних роботах для знаходження кутових елементів зовнішнього орієнтування в аерофотознімках.

Завдяки швидкому розвитку авіації постало питання про її використання для повітряного фотографування. У зв'язку з цим сам процес фотографування земної поверхні з літака став називатися аерофотозйомкою. Аерофотознімання успішно застосовується при вивченні термальних полів і діючих вулканів, у гідрогеології й інженерній геології, при вивченні акваторій, снігового та крижаного покриву моря й суші. Крім того, його можна з успіхом застосовувати для відтворення берегових ліній і заболочення, встановлення ступеня змішаності лісів і посівів, визначення предметів на місцевості за фотографічним зображенням їхніх тіней, дешифрування деяких гірничих порід, визначення стану розвитку та рівня захворюваності сільськогосподарських культур, виявленню гідрографічних мереж під деревно-чагарниковим пологом, встановлення взаємного розміщення трубопроводів між будинками та іншими спорудами за їхніми тепловими властивостями. Аерофотознімання успішно застосовується в оцінці стану ліній електропередач, нафтогазопроводів, залізниць, асфальтових доріг, а також з його допомогою проводиться оцінка наслідків стихійних лих, пожеж і техногенних катастроф, інвентаризація земель і виготовлення кадастрових планів.

Фотограмметрія якраз і є тією галуззю науки, яка займається опрацюванням фотозображень з метою визначення геометричних властивостей об'єкта (місцевості) за його копією.

Деякі елементи векторної алгебри та аналітичної геометрії широко використовуються у фотограмметрії. Фундаментальними для аналітичної фотограмметрії є умова колінеарності та умова компланарності векторів. Одним з математичних методів, які застосовуються у фотограмметрії, є метод попереднього опрацювання зображень, отриманих за допомогою різних сенсорів. Необхідно виконувати перетворення однієї системи просторових прямокутних координат в іншу. При цьому використовують поняття напрямні косинуси.

Напрямними косинусами називаються величини косинусів α, β, γ , які утворені додатними напрямними осей просторової системи координат $OXYZ$ з вектором $\vec{a}(x, y, z)$, тобто $-\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ (рис.1).

$$\cos \alpha = \frac{x}{|\vec{a}|} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}, \cos \beta = \frac{y}{|\vec{a}|} = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}, \cos \gamma = \frac{z}{|\vec{a}|} = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

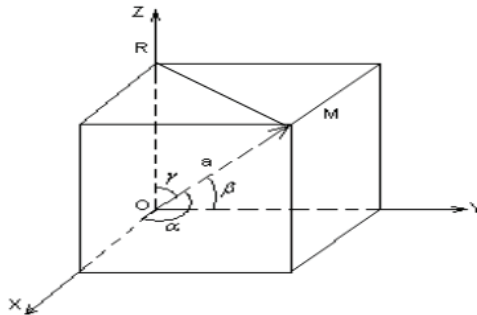


Рис.1. Кути між осями координат і вектором $\vec{a}(x, y, z)$.

Якщо $|\vec{a}| = 1$, то $\cos \alpha = x, \cos \beta = y, \cos \gamma = z$. При перетворенні координат із системи $Sxyz$ в систему $SXYZ$ використовують косинуси кутів, складених кожною із осей X, Y, Z з відповідними осями x, y, z ; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – косинуси кутів між віссю SX і осями Sx, Sy, Sz ; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – косинуси кутів між віссю SY і осями Sx, Sy, Sz ; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – косинуси кутів між віссю SZ і осями Sx, Sy, Sz .

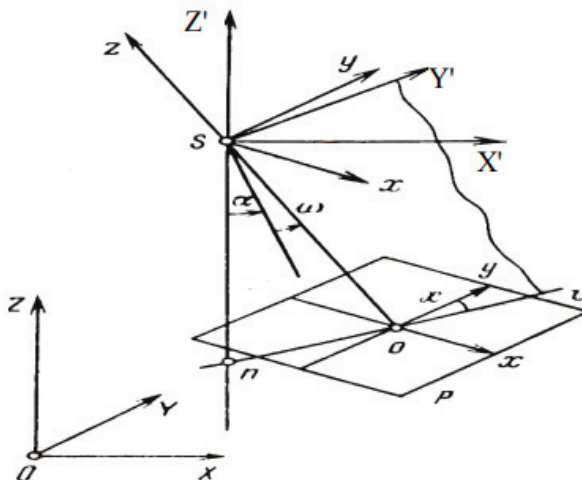


Рис.2. Просторові системи координат для визначення положення точок знімка

Перетворення координат точок із системи S_{xyz} в систему $SXYZ$ визначає квадратна матриця A , яка складена із направляючих косинусів:

$$A = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{pmatrix}.$$

При аналітичному перетворенні координат точок із просторової системи координат знімка S_{xyz} в фотограмметричну систему координат $SXYZ$ (рис. 2), рівняння переводу координат із системи S_{xyz} в систему $S'X'Y'Z'$ в матричній формі буде мати вигляд:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ -f \end{pmatrix}, \text{ або } \begin{cases} X' = \alpha_1 x + \alpha_1 y - \alpha_1 f, \\ Y' = \beta_1 x + \beta_1 y - \beta_1 f, \\ Z' = \gamma_1 x + \gamma_1 y - \gamma_1 f. \end{cases}$$

Якщо координати головної точки O знімка мають координати $(x_0, y_0, 0)$, тоді:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} x - x_0 \\ y - y_0 \\ -f \end{pmatrix}, \text{ або } \begin{cases} X' = \alpha_1 (x - x_0) + \alpha_1 (y - y_0) - \alpha_1 f, \\ Y' = \beta_1 (x - x_0) + \beta_1 (y - y_0) - \beta_1 f, \\ Z' = \gamma_1 (x - x_0) + \gamma_1 (y - y_0) - \gamma_1 f. \end{cases}$$

Параметри, які визначають напрямні косинуси, – це кутові елементи зовнішнього орієнтування знімка α, ω, χ . Якщо напрямні косинуси відомі, то можна визначити величини кутових елементів зовнішнього орієнтування знімка:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha_3}{\gamma_3}, \quad \sin \omega = -\beta_3, \quad \operatorname{tg} \chi = \frac{\beta_1}{\beta_2}.$$

Кутові елементи зовнішнього орієнтування знімків, як правило, малі і тому для більшості задач достатньо обмежитися величинами другого порядку малості:

$$\alpha_1 = 1 - \frac{1}{2} \alpha^2 - \frac{1}{2} \chi^2, \quad \alpha_2 = -\chi + \alpha \omega, \quad \alpha_3 = \alpha,$$

$$\beta_1 = \chi, \quad \beta_2 = 1 - \frac{1}{2} \omega^2 - \frac{1}{2} \chi^2, \quad \beta_3 = -\omega,$$

$$\gamma_1 = -\alpha + \omega \chi, \quad \gamma_2 = \alpha \chi + \omega, \quad \gamma_3 = 1 - \frac{1}{2} \alpha^2 - \frac{1}{2} \omega^2,$$

де ω – поперечний кут нахилу знімка – кут між головним променем і його проекцією на площину OXZ , розміщується в площині, яка проходить через вісь

OY і головний промінь; χ – кут повороту знімка в своїй площині навколо головного променя – кут між віссю OY і слідом площини, яка проходить через вісь OY і головний промінь.

Висновки

Таким чином, аерофотознімок має дев'ять елементів орієнтування: три елементи внутрішнього орієнтування, шість елементів зовнішнього орієнтування. При цьому α і ω фіксують напрям головного променя, а χ – поворот знімка навколо головного променя. Елементи зовнішнього орієнтування в момент фотографування можуть бути визначені безпосередньо в польоті різними засобами з різною точністю. Коли точність недостатня для великомасштабного картографування, на місцевості визначають геодезичні координати декількох точок, які можна розпізнати на знімку.

Список літератури

1. Дорожинський О. Л., Тукай Р. Фотограмметрія: підручник/ Дорожинський О. Л., Тукай Р. – Львів.: Львівська політехніка., 2008. – 332 с.
2. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилова Н.А. Фотограмметрия. – М.: Колос С, 2004. – 240 с.
3. Матійчик М. П. Організація і технологія авіаційних аерофотознімальних робіт : курс лекцій / М. П. Матійчик. — К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. — 132 с.
4. Толстохатко В.А., Пеньков В.О. Фотограмметрія та дистанційне зондування: конспект лекцій/ Толстохатко В.А., Пеньков В.О. – Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2013 –91 с.

*G.G. Volkovska, senior lecturer, K.R. Saltykova,, M.V. Hlushchenko
(National Aviation University, Ukraine)*

Autopilot technology and hyperloop concept

Existing and developing of transport modes in the sphere of transportation. The concept and main peculiarities of the Hyperloop project. New level of transportation technologies.

Everything in the world tends to develop and evaluate. According to this Law of The Nature, ancient people started to use rocks and wood sticks to hunt for food and protect themselves. They were gathering into groups, then started to build cities, trade and conquer new territories thus increasing their chances for survival and the standard of life. As civilization developed, distances between production and customers expanded, so basic concepts of logistics and marketing were implemented. During last decade, technologies were developing rapidly especially in transport and now people are at reaching the new step of high-tech.

API mechanisms will be inalienable for the future society. In the nearest 30-40 years roads will be full of self-driving trucks and cars. This will improve the safety and the speed of movable fleet. The first successful steps are yet made. Thus, In October 26th of 2016, a truck with an autopilot was transporting beer from Fort Collins to Colorado Springs. About 200 km the truck with 45 thousand cans of Budweiser beer was controlled by the autopilot. The driver was in the cockpit watching the autopilot's work all this time, but he did not interfere with the driving process. Also, Mercedes-Benz conducted road tests of a column of self-driving trucks gathered by a single whole network system.

Autopilot is widely used in aviation and also in maritime and rail transport, but transportation processes aren't fully automatized. Drivers, pilots and captains are still needed to control various transport modes, but in the future they will proceed more controlling tasks than mechanical driving and their presence at the "wheel" will be not necessary. The well-known British company Rolls-Royce plans in the future to build large sea cargo ships without crew. An experimental command post has been set up in Norway to control self-driving container vessels. API mechanisms recently were provided in warehousing. For instance, Amazon warehouses are fitted with hundreds of robots which replaced forklifts. The work now done with maximum speed and accuracy.

The new feature of 21st century is flying drone. According to its small size and high maneuverability, deliveries can be made in hours after item purchase. This innovative technology will provide the possibility of delivery of hard-to-reach places with minimal expenses on transportation. Everything indicates that exactly robotization will become the next key trend in the logistics world. However, most enterprises will need a certain period of time to move to a revolutionary new technological base. Therefore, it is expected that for a considerable time the business will use a combined system that combines autopilot vehicles and classic transportation using human labor.

Systematic exhaustion of oil and gas resources of the planet says to us that the mankind nevertheless will be forced to pass to alternative energy sources. The main are following. To the most advanced in operation, or being at advanced stages of scientific research of alternative methods of power supply of vehicles belong: equipment of LPG and CNG, hybrid driving systems, installations hydrogen and links, fuel elements, and photo cells.

Biofuel is the fuel from biological raw materials received, as a rule, as a result of processing of biological waste. There are also projects of a different level of development directed to receiving biofuel from cellulose and different type of organic waste, but these technologies are in an early stage of development or commercialization. There are liquid biofuel (for internal combustion engines, for example, ethanol, methanol, the biodiesel), solid biofuel (firewood, fuel granules, spill, straw, pod) and gaseous differs (biogas, hydrogen). Hydrogen fuel elements can make electrical energy for the electromotor onboard the vehicle, having replaced with that the internal combustion engine, or to be applied to an onboard supply. The electric vehicle belongs to the most perspective vehicles. However its power sources - rechargeable batteries - yet cannot compete with gasoline and diesel fuel. And ecological purity of the electric vehicle is not indisputable. Solar vehicles are a kind of the electric vehicle receiving the electric power from onboard or stationary photoconverters. Experts believe that solar transport will begin to compete with automobile seriously.

If to talk about space tourism, it started in the end of Cold War when the prospect of demilitarization of space loomed. Now it is available to everyone who has at least 120 million dollars. Also flights in space of different type and with the different purposes are made. More available the voyage to Mars where it is possible to get at all free of charge, but it is the one way ticket. Nevertheless experts note a strategic importance of a boom of projects in the sphere of space tourism: in them technologies of creation of economically effective devices are fulfilled. It is useful on the following round of space exploration – when mining on celestial bodies and the organization of the orbital industry.

It is possible to find water and metals in space. The Hondritovy asteroid (S-type) with a diameter only 7 m may contain 100 t of water. It is useful for synthesis of rocket fuel or for life support of astronauts. The metal asteroid of 24 m in size may contain 33 000 t of metal, suitable for use. Only one platinum contains in it for \$50 million. One of the companies planning to get resources on asteroids, Planetary Resources launched the first spacecraft from the International Space Station. It was the second attempt of the company after the first which broke off together with unsuccessful start of Antares.

Elon Reeve Mask is a Canadian-American engineer, entrepreneur, inventor and investor; billionaire made a significant impact on transport development. He is the founder of SpaceX and PayPal. He is the CEO and the head of the board of directors of Tesla Inc. and is on the board of directors of SolarCity. His fortune is estimated at \$ 10.7 billion in the 2016 Forbes billionaires ranking. In December 2016, he joined the Presidential Forum on Strategy and Policy – being one of 16 most successful and respected American entrepreneurs, whose mission is to advise

45th US President Donald Trump on issues related to economic growth, creating new jobs and increasing productivity.

Hyperloop is the concept of Elon Mask. It is the fifth type of transport after a train, plane, car and ship. Elon said that the idea to create Hyperloop came to him when he was standing in a long traffic jam. According to his sayings, this is something between the Concorde, the railgun and the air hockey table. Similar idea was presented in the subway systems, but Elon's project is revolutionary because of its incredible speed characteristics. It also has more futuristic operating principle based on the transportation in the conditions of zero gravity. He first mentioned the project in July 2012 at the PandoDaily event in Santa Monica. His story was impressive: the speed of a Hyperloop would be twice the speed of an airplane, and all this should work exclusively on solar panels. In 2013, Elon Mask presented the first alpha version of the project.

The Hyperloop was conceived as an overhead pipeline located on concrete supports. In this tube, at a speed of 480 to 1,220 km / h (depending on the terrain), single transport capsules of 25-30 meters long move in one direction with the rate of 2 capsules in a minute. Another words, every 30 seconds the new capsule starts its trip with the supersonic speed. Passengers will be able to travel from Stockholm to Helsinki (300 miles) in just 28 minutes, whereas on a plane such a trip would take about 3.5 hours. Hyperloop must work on the principle of pneumatic mail (closed capsules move through the piping system, carrying inside themselves not heavy loads).

It will take about 12 years and financing in the amount of \$ 21 billion to implement this transport project, where \$ 3.3 billion is needed to build one of the longest sea tunnels across the Aldan archipelago. According to Hyperloop One calculations, the Nordic Hyperloop transport system will generate profit 10 years after the start of operationing due to economic effects. The rising costs of nearby properties and increased productivity is also takes place. It is assumed that the houses will cost more, the time of cargo transportation will decrease and workers will be able to get to work faster.

Annually, Nordic Hyperloop will be able to transport about 42.7 million passengers and generate revenue from the sale of tickets in the amount of \$ 969 million to \$ 1.1 billion. Thus, it is possible to calculate the approximate cost of the ticket, it will be about \$ 24. Initially, Hyperloop plan to do in the cargo version, and after it justifies its reliability, the company will make a passenger version. Elon mentioned that the testing tunnel with a length of 1.6 kilometers is located in California. The site is used by SpaceX to test large-scale models of cargo-and-passenger capsules under low pressure conditions.

The high cost of bringing cargoes into space cuts away from the space race all countries except the most developed ones. Hyperloop technology can be used to launch spacecraft. "Space tram" will radically change this situation. With its help, you can run almost everything: from aircraft to spacecraft.

There are two more companies which also develop the concept of Hyperloop. These are Hyperloop Technologies and Hyperloop Transportation Technologies. Their projects are on the stage of planning and similar tests, also they plan to build a working prototype.

Conclusions. So, the main vector of transport technologies development is a constant work on reducing the share of logistics costs, in the final price of goods for consumers. This will be due to the creation of new ways of supply chain formation, and first of all with the help of modern technologies. Autopilot is a future of a new, better world, where the mankind will have extended capabilities of impact and less risks. The Hyperloop concept is going to be a new step in transportation and possibly will give the ability to make the space transportation and tourism as real as it is on Earth.

References

1. Trade master group. Article: “Логистика: концерн Daimler провел испытания фур-беспилотников”. Since March 26 2016 Available on: <http://trademaster.ua/news/14101>.
2. Internet-portal D3.ru. Article: “В США состоялась первая коммерческая доставка пива грузовиком с автопилотом”. Since October 26 2016 Available on: <https://cargo.d3.ru/v-ssha-sostoialas-pervaia-kommercheskaia-dostavka-piva-gruzovikom-s-avtopilotom-1215435/>.
3. Internet-portal Transportation Logistic Systems. Article: “Логистика будущего: мечты или реальность?”. Since January 20 2015. Available on: <http://tsl.kname.edu.ua/index.php/ru/8-glavnaya/13-future-logistic>.
4. Internet-portal Wikipedia. Elon Musk biography. Last changes: March 2 2015. Available on: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%BA_%D0%98%D0%BB%D0%BE%D0%BD.
5. Internet-portal Hi-News. Hyperloop definition and key features. Available on: <https://hi-news.ru/tag/hyperloop>.
6. Internet-portal Automania. Article: “Hyperloop: 483 км пути за 28 минут”. Since June 10 2016 Available on: <http://avtomaniya.com/site/publication-full/12852>

*O.M. Matiychyk, A.S. Alieksieieva
(National Aviation University, Ukraine)*

Noise impact assessment in airport development

The given article is primarily focused on noise impacts and their negative influence on local communities. The paper illustrates the review of environmental legislation in the European Union. In addition, analysis of EUROCONTROL methodology of noise impact assessment was provided and noise impact from different aircraft types was described.

Introduction.

Modern airports are huge complexes which create economic, social and environmental impacts on surrounding regions. The economic and social effects are mostly beneficial and concerned with regional social and economic growth. Airports play an important role in integrating remote regions and making them more accessible. Therefore, airports promote interconnections between international, states and local economies, drive tourism development and create diverse employment opportunities for people.

Apart from the positive impacts, airport development has also negative consequences. Negative environmental impacts of aviation industry and airport operation incorporate land use, noise, air pollution, climate change, water use, and other.

Effects of noise on human health include stress and stress-related illnesses, annoyance and learning disorders. As air traffic is continually rising, it becomes increasingly important to evaluate and reduce the aircraft noise.

Airport master plan: environmental considerations.

Any planning process for a potential change to airport construction or physical layout needs to include an assessment of the expected environmental impacts.

As it is stated in the ICAO manual, when preparing airport master plan the following data concerning environmental issues should be considered [1]:

- local planning regulations;
- local development plans;
- existing land uses and status of development in the airport surrounding areas;
- local transportation plans;
- investment strategies at various governmental levels;
- local and national noise regulations, both current and planned.

Overall, an airport master plan demonstrates a clear understanding of the environmental requirements and all of its elements are tightly-controlled on the national and international levels.

Review of the environmental regulation in the European Union.

Airport development in the European Union follows a very strict legislation and is restricted by a number of limitations.

Since 1960s, environmental effects of airports have become highly meaningful in many developed countries. Therefore, in order to evaluate these impacts various environmental regulations and laws have evolved.

Environmental policy for the EU was established by the European Commission through the Environment Action Programme. The Environment Action Programme is updated approximately every 10 years. Environmental legislation in the EU concerned with noise impact assessment includes the Environmental Impact Assessment (EIA) Directive 85/337/EEC, which was issued in June 1985 by the Council of the European Union. In 2001, the European Parliament and the Council of the European Union issued the Strategic Environmental Assessment (SEA) Directive 2001/42/EC.

In the late 1980s, the International Civil Aviation Organisation (ICAO) and the European Civil Aviation Conference (ECAC) both issued the guidance on aircraft noise modelling around airports. Both resulting documents (ICAO Circular 205 and ECAC Document 29) described the same methodology for the calculation of aircraft noise in the vicinity of an airport at that time. In 2005, ECAC has updated its guidance by publishing the 3rd Edition of ECAC Document 29 which introduced a number of additional features but did not change the foundations of the basic methodology.

EUROCONTROL methodology of noise impact assessment.

According to EUROCONTROL, noise impact assessment is performed by the STAPES (SysTem for AirPort noise Exposure Studies) noise model [2]. This model illustrates noise contours around an airport area and number of people impacted for a widely recognised metrics (L_{night} , L_{den} , LA_{max}). The metrics was defined in compliance with ECAC Doc29, 3rd Edition. STAPES covers 27 European countries. The noise model can also be used as a standalone tool to produce noise maps at any investigated airport.

Example of a map which represents aircraft noise exposure contours around an airport is shown in Fig. 1. The noise metrics and limits are 55 dB (L_{den}) and 50 dB (L_{night}).

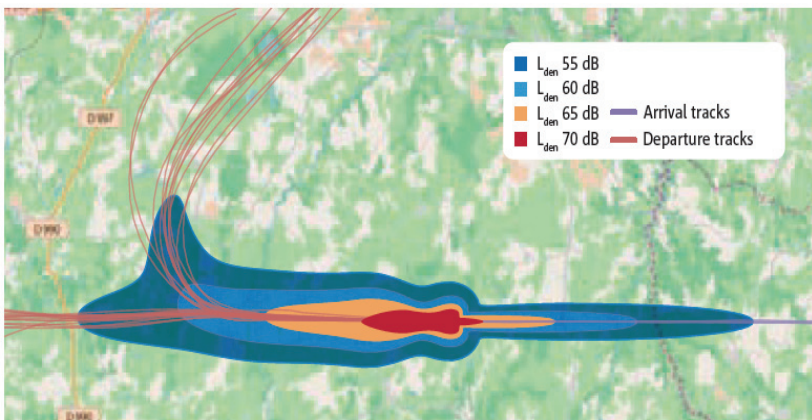


Fig.1. Notional airport noise contours [3]

According to the European Aviation Environmental Report, noise exposure has stabilised over the past ten years [3].

The total population inside the STAPES contour decreased by 2% (L_{den}) and 1% (L_{night}) between 2005 and 2014. A similar trend was observed in the EU28 and EFTA (European Free Trade Association) regions, with a 5% decline over the same time.

Environmental Noise Directive of World Health Organization reported that in 2012 aircraft noise L_{den} at the levels of 55 dB and above from 56 airports in EU has an impact on 2.4 million people.

The L_{den} and L_{night} indicators which represent average airport noise in 2005 compared with the values of 2014 are given in table 1.

Table 1.

Summary of noise indicators

Indicators	2005	2014 (% change vs. 2005)
L_{den} 55 dB area, 45 STAPES airports (km ²)	2,251	2,181 (-3%)
L_{night} 50 dB area, 45 STAPES airports (km ²)	1,268	1,248 (-2%)
L_{den} 55 dB population, 45 STAPES airports (mln.)	2.56	2.52 (-2%)
L_{night} 50 dB population, 45 STAPES airports (mln.)	1.18	1.18 (-1%)
Noise energy, all EU28-EFTA airports	9.60	9.16 (-5%)
Average noise energy per operation, all EU28-EFTA airports	7,29	6.41 (-12%)

The overall noise decrease was the result of technological advance and aircraft fleet renewal. Aircraft fleet renewal has led to a 12% reduction in the average noise energy per operation between 2005 and 2014.

Noise emissions from different aircraft types.

The standards for regulation of aircraft noise are set internationally and are put into operation when an aircraft is acquiring its airworthiness certification.

The FAA noise regulations (FAR, Part 36:20) define 4 stages for aircraft (Stage 1 – loudest, Stage 4 - quietest) [4].

Stage 1 came into operation in 1969 for such aircraft as B707s, DC8s, and B737- 100s. Afterward, B727s, B747-100s, DC9s, and B737-200s were included in Stage 2 noise standard. These aircraft have been modified to meet stage 3 requirements or have been retired. Types of aircraft which correspond with Stage 3 requirements are: MD90s, Airbus 300s, B757s, MD80s, B767F, and later models [5].

Stage 4 was approved by the ICAO in March 2002, and required the cumulative EPNdB (Effective Perceived Noise level in decibels) to be reduced by 10 dB. These standards are met by B777 and A380 aircraft.

It should also be noted that, currently, aircraft which conform to Stage 1 are not operated in the United States and other developed countries. What's more, the USA airports have already excluded all Stage 2 aircraft, which failed to comply with Stage 3 standards [6].

Noise emissions from different types of aircraft are presented in table 2.

Table 2.

Noise emissions from aircraft			
Manufacturer	Model	ENPdB Takeoff	ENPdB Approach
Airbus	A-300B	79.1	90.9
	A-310-308	75.6	88.9
	A-320-231	70.3	83.1
British Aerospace	BAe 146-300A	73.4	87.2
Boeing	727-100	85.0	96.0
	737-200	85.2	91.1
	737-700	66.3	88.0
	767-300ER	81.5	89.2
	777-300	82.9	90.7
Bombardier	DHC-8-402	62.5	81.7
Cessna	Citation VII	65.4	81.6
Embraer	EMB145B	72.5	63.1

As it can be seen in the table, the highest level of noise emissions during takeoff have Boeing 777-300, Boeing 727-100 and Boeing 737-200 aircraft. The lowest levels of ENPdB demonstrate EMB145B, DHC-8-402, Citation VII and Boeing 737-700.

Conclusions

In accordance with data from the cited sources, assessment and regulation of aircraft noise is significant as it is concerned with human health and environmental issues. Overall, noise levels from airports and aircraft has been decreased over recent years due to the strict standards and tight control at international scale.

There are several methods of noise impact evaluation and in the European Union STAPES noise model is applied. This model was analysed in the article.

References

1. Airport Planning Manual Part 2, Land Use and Environmental Control, 3rd ed. International Civil Aviation Organization. – 2002. – 97 p.
2. EUROCONTROL. System for AirPort noise Exposure Studies (STAPES). – 2009. – 111 p.
3. European Aviation Safety Agency (EASA). European Aviation Environmental Report. – 2016. – 84 p.
4. Environmental Impacts: Policies and Procedures. Federal Aviation Administration. – 2006. – 132 p.
5. Peeters, P. M., Middel, J., and Hoolhorst, A., Fuel Efficiency of Commercial Aircraft. National Aerospace Laboratory. – 2005. – 37 p.
6. Ashford, N.J., Mumayiz, S., Wright, P.H. Airport Engineering: Planning, Design, and Development of 21st Century Airports. Fourth edition. John Wiley & Sons. – 2011. – 765 p.

*Y.V. Shevchenko, Assoc. Prof., M. Y. Khodurska, O. S. Yarosh
(National Aviation University, Ukraine)*

Concept of Fleet Planning and Its Role in Modern Aviation

This article illustrates the information on fleet planning in the present-day aviation and its importance. The facts, which must be considered, are described and individual situation is taken into account. The mentioned factors and their constant changes make the article helpful in fleet assessment.

“Where to fly?” and “What to fly?” are the most crucial questions an airline has to answer. The reason for that is efficient and cost-effective balance of demand and supply. Complexity is the key to reaching the rational decision. In order to design a profitable network and form fleet the market demand has to be clearly understood in terms of aircraft performance, passenger preference, asset utilization, mission capabilities, fit for purpose, configurability and operational flexibility. While the choice of destination is mostly influenced by passenger demand, the aircraft selection is generally made by an airline.

Fleet planning is literally selecting the „right“ aircraft at the „right“ time. Depending on the airline’s business model and its operating characteristics airline fleet planning varies from airline to airline. The factors with their constant change and relative importance at each airline depend on the carrier’s individual situation.

The decisions related to fleet have been changing throughout the period of development. On the pre-deregulation Era the fleet decisions used to be not complicated, ordinary based on technical review. Engine and airframe manufacturers improved the model and the airlines bought them on about a five-year re-equipment cycle. The next step of the pre-deregulation Era brought the new approach in searching grounding ways to reduce the operating costs, which were constantly associated with aircraft in their inventory and had the same efficiency level as the newer generation of equipment. With deregulation, economies of scope are perhaps as important as economies of scale. This has led carriers to serve not only more city-pair markets but more varied markets than ever before. This, in turn, has caused the largest airlines to require a wider variety of aircraft than ever before.

Certain processes have led to the fleet rationalization improvement. Firstly, consolidation of the industry during the 1980s has led to a proliferation of specific aircraft types operated by any exclusive carrier. Secondly, as the number of airlines accomplished of placing launch orders and of becoming sponsors of new aircraft types diminishes with consolidation, the manufacturers will also experience added pressure to lower prices. Finally, fleet rationalization has still another anticipated effect of consolidation and subsequent fleet rationalization is that aircraft will tend to stay in the fleets even longer.

One of the most difficult decisions airline managements must make is whether to buy new or used aircraft and what type to choose. Airline management should take better economically profitable decision whether it has sense to modernize already used aircraft or purchase a new one.

The choice for an airline interested in financing a new airplane is, ultimately, to lease or purchase the aircraft. If an airline decides to pick already used aircraft, the leasing is often considered. Broadly put, a lease agreement is a contract between two parties, the lessor and the lessee. The lessor is the legal owner of the asset; the lessee obtains the right to use the asset in return for regular rental payments. The trend towards leasing can be seen clearly. In 1984, only approximately 20 % of the world's commercial aircraft were leased. By early 2000, however, leasing had become far more popular, accounting for well over half of all aircraft acquisitions. The most prominent aircraft leasing companies are International Lease Finance Corporation (ILFC) of Beverly Hills, California and General Electric's GECAS.

Two types of leases are possible in aircraft lease such as operating and financial. An operating lease is a non-cancelable short-term lease. In this case the rent is usually paid monthly and at the end of the lease, the lessor retains full title to the assets and bears any market risk as to its value at that time. Under a financial lease, title passes at the end of the lease to the lessee for a pre agreed-upon sum. The benefit of the financial lease is that the ownership is changed and monthly pay is not lost.

The aircraft purchase also has some reasons. One of the main ones in large numbers is fleet commonality. Meaning that some aircraft types of the same manufacturer have common type-rating, so, the pilots can fly on both. Aviation commonality describes the economic and logistic benefits of operating a standardized fleet of aircraft that share common parts, training requirements, or other characteristics. Another reason is the possibility to choose the particular engine. This choice is offered on almost all new transports having 200 or more seats. Usually, the selection is based on power plant commonality with other aircraft in the operator's fleet. They can also improve operating efficiency through lower training requirements, greater flexibility in assigning flight crews, and reduced spares inventories.

The most popular aircraft manufacturers - Airbus and Boeing have commonality in their products within and across families.

- Airbus. The same cockpit is shared between the A330 and A340, however the A340 controls four engines instead of two on the A330. The A330 and A340 share the same wings, nose, tail and horizontal stabilizers. The A340 features an extra bogie of landing gears under the belly to support extra weight.

- Boeing. The 767-400ER shares common features with the 757/767 family of airplanes, including a common pilot type rating between the 757 and 767. This allows any pilot trained to fly one model to be qualified to fly the other model with minimal additional instruction. Compatibility with the 757/767 family means that operators can gain better access to the demanding medium-size market (200-300 seats) by matching the appropriate airplane to variable requirements.

The Fleet Planning process requires the information about the carrier's current resources (including its present fleet inventory by type of aircraft and use), top management's or corporate objectives (including forecasted profitability and other Key performance Indicators - a set of quantifiable measures that a company uses to gauge its performance over time; these metrics are used to determine a company's progress in achieving its strategic and operational goals, and also to

compare a company's finances and performance against other businesses within its industry), projected industry environment (include the national economy outlook) and marketing strategy (a key piece of information that requires considerable interplay among corporate planning and other administrations, primarily marketing).

The balance between following factors is important when fleet-planning:

- Maintenance cost
- The price of fuel
- The availability and price of used aircraft
- Resale value (money returned after selling)
- The price of new aircraft comparable to used aircraft
- Terms of purchase
- Cash flow
- Debt/equity ratio
- The availability of money from lenders
- The receptivity of Wall Street to the insurance of stocks, bond and

debentures

- Interest rates
- Route structure
- Competitive situation
- Strategy
- Labor costs
- Different views (management VS operating staff)

The *Hub-and-Spoke system* impacted the fleet planning in terms of becoming more practical. As the hubs become increasingly congested and slot limitations more constraining, there is a natural tendency to schedule larger aircraft rather than smaller ones through the hub, especially during periods of peak activity.

The aircraft must be evaluated before making a decision to buy or lease. The evaluation process can be broken into five areas.

1) Design Characteristics (aircraft's dimensions, weight profile, fuel capacity, type of power plants, system and seating configuration, cruise and approach speeds, runway requirements, and noise performance);

2) Physical Performance (payload-range diagrams, takeoff and landing data);

3) Maintenance Needs (spare parts availability, aircraft compatibility with the rest of the fleet, product support, technical record keeping, and training support);

4) Acquisition Costs (cost of aircraft itself plus spare parts);

5) Operating economics (revenue potential and direct operating costs).

Airlines can use the *fleet planning model* (Fig.1) as a high-level planning tool to estimate medium-/long-term fleet development and run sensitivity analyses. Manufacturers/technology developers can assess the market potential of new aircraft or technologies under different scenarios. Lastly, "policy makers", e.g. government institutions, can analyze the effectiveness of environmental policies on airline fleets.

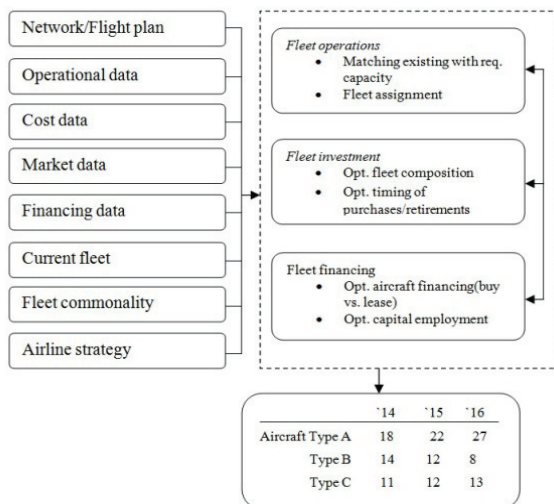


Fig. 1. Fleet Optimization Model

To conclude, fleet planning is crucial for efficient work of airline in terms of the financial perspective as well as satisfying the needs of passengers. The steps for evaluating the aircraft and areas in which it must be evaluated are beneficial when making a right choice.

References

1. John G. Wensveen. Air Transportation, A Management Perspective. 6th edition. – M.: Burlington, Ashgate. – 2007. – 568p.
2. Stickney and Weil. Glossary of Financial Accounting: An Intro to Concepts, Methods, and Use. – M.: 2007. – 791p.
3. Dave Young. Challenges of Air Transport 2030. Survey of expert's views. – M.: – 2009. – 64p.

*І.В. Борець, доцент, К.Т. Перебийніс, Д.В. Федотова
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Сучасний стан та перспективи розвитку авіаційного страхування в Україні

У статті розглянуто сучасний стан авіаційного страхування в Україні. Визначено основні проблеми при його здійсненні та досліджено основні напрямки розвитку страхування. Надано рекомендації, щодо вдосконалення авіаційного страхування.

Авіаційна галузь відіграє значну роль у розвитку економіки нашої держави, адже пов'язана з використанням новітніх досягнень у різних галузях знань, використанням останніх технологій та розробок, саме тому Україна в цій галузі, має значні можливості розвитку. В Україні працює розгалужена база аеропортів, завдяки чому зростають обсяги пасажирських, а також вантажних перевезень. За статистичними даними у 2016 р. кількість перевезених пасажирів на 2,1 % перевищила показник „пікового” 2013 р., що свідчить про відновлення українського ринку пасажирських авіаперевезень після спаду 2014-2015 р.р. З розвитком авіаційної галузі в Україні зростає потреба у страховому захисті. Проблема страхового забезпечення авіаційної галузі має велике значення для її стабільного та ефективного функціонування, зменшення збитків від інцидентів і створення високого потенціалу розвитку в майбутньому. Проблематикою страхового забезпечення займалися такі видатні вчені: В.Д. Базилевич, В.Д. Бігдаш, Т.А. Говорушко, С.С. Осадець, Т.В. Яворська, С.А. Демінський, І.А. Мороза та інші. Аналіз останніх досліджень показує, що основна увага приділяється дослідженню авіаційного страхування та його видів. Авіаційне страхування в Україні регулюють норми міжнародних угод та конвенцій (Варшавська, Гвадалахарська, Римська, Монреальська), нормативні акти міжнародних організацій цивільної авіації (ІКАО, ІАТА), а також внутрішні законодавчі акти (Повітряний кодекс України № 3167-ХІІ від 04.05.1993, Постанова КМУ «Про затвердження Порядку і правил проведення обов'язкового авіаційного страхування цивільної авіації» від 12.10.2002 р. №1535). Авіаційне страхування включає обов'язкові і добровільні види майнового і особистого страхування авіаційних ризиків.

Згідно міжнародним вимогам, обов'язкове авіаційне страхування цивільної авіації проводиться з метою забезпечення захисту інтересів експлуатантів, пасажирів, третіх осіб і включає:

- 1) страхування відповідальності повітряного перевізника за шкоду, заподіяну пасажиром, багажу, пошти, вантажу;
- 2) страхування відповідальності експлуатанта повітряного судна за шкоду, заподіяну третім особам;
- 3) страхування членів екіпажу повітряного судна та іншого авіаційного персоналу;
- 4) страхування повітряних суден;

5) страхування працівників замовника авіаційних робіт, осіб, пов'язаних із забезпеченням технологічного процесу під час виконання авіаційних робіт

Страхування повітряних суден та страхування членів екіпажу, як обов'язкові види страхування, встановлено в Україні внутрішнім законодавством. У межах добровільного страхування авіаційних ризиків проводиться майнове страхування повітряного транспорту та страхування відповідальності власників повітряного транспорту, включаючи відповідальність перевізника за тими ризиками, які не передбачено обов'язковим страхуванням. Ці види авіаційного страхування передбачено пунктами 7 та 13 статті 6 Закону України «Про страхування».

Страхування повітряних суден є тим видом авіаційного страхування, за яким зафіксовано найбільше страхових випадків і здійснюється найбільше страхових виплат, оскільки пошкоджень літаків буває чимало. Для страховика важливим моментом при укладанні договору з цього виду страхування є зазначення не лише експлуатанта, а й вигодонабувача, тобто власника повітряного судна. Проте, порядок та умови проведення авіаційного страхування є специфічними, адже зумовлені наступними чинниками:

1) авіаційне страхування має справу з ризиками, які можуть тягти за собою катастрофічні збитки;

2) для здійснення операцій з авіаційного страхування потрібна розвинена інфраструктура;

3) авіаційні ризики висувають високі вимоги до професійної підготовки фахівців з міжнародного права.

Сучасний стан авіаційного страхування в Україні вимагає:

1) збільшення капіталоемності страхового ринку;

2) створення єдиного державного перестраховика, що дозволить надавати страховий захист залежно від потреб кожного клієнта та знизити ціни на послуги з авіаційного страхування;

3) залучення до роботи в страхові компанії висококваліфікованих спеціалістів – актуаріїв, брокерів, страхових експертів, фінансових аналітиків, юристів, бухгалтерів.

Висновки

Отже, сьогодні авіаційний страховий ринок України перебуває на стадії формування, адже існуюча нормативна база лише частково створила підґрунтя для його розвитку. Важливим є вивчення досвіду роботи іноземних страхових компаній та законодавства держав світу для знаходження шляхів вдосконалення авіаційного страхування в Україні.

Список літератури

1. Офіційний сайт Державної авіаційної служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://new.avia.gov.ua>.

2. Страхування: [підруч.] / керівник авт. колективу і наук. ред. С.С. Осадець. – [вид. 2-ге, перероб. і доп.]. – К.: КНЕУ, 2002. – 599 с.

*Y.V. Shevchenko, Assoc. Prof., A.S. Domina, K.I. Dierbunova
(National Aviation University, Ukraine)*

Criteria for assessing the effectiveness of air transportation

In this article, on the basis of factorial statistical analysis, the requirements, structure and composition of the criteria for the study of the efficiency of air transportation are formulated.

The outdated aircraft fleet, changing requirements for flight characteristics of operated equipment, lack of working capital – it is the state of civil aviation today. In these circumstances, the price of possible errors in the evaluation of the effectiveness of aircraft at an aircraft works increases. One of the effective means of improving the quality of evaluation is the use of methods of system analysis and operations research.

The organization and plans of the air transportation must ensure the needs of national economy and population for transportation services in their high quality and lower cost. The economic efficiency of transportation depends on many factors complicating the determination of the optimal criterion in general.

The order criteria of the study, the structure and choice of criterion depends on the "depth" of the research system from the accepted task decomposition. In the first phase of the study (as will be shown later) is the "external" task is to identify the maximum extent to which the system of their appointment, the criterion R – operating reliability. The second stage implies an "internal" task is to determine the minimum costs per unit of air works, the criterion of the AC – adjusted cost.

The diversity of conditions and requirements to the organization of the air transportation process requires, in addition, determining the system of indicators of private efficiency of individual processes, as well as the work air transport enterprise, including various integrated measures.

Among the complex criteria of optimization, using in the solution of various problems of organization of avia transportation the most interests have:

- timeliness of delivery of cargo;
- duration of delivery of cargo;
- loss of products during transportation;
- performance of vehicles;
- performance of loading and unloading machines;
- the specific complexity of a complex of transport-technological operations and its components
- labor intensity joint loading (and unloading) and transportation operations;
- energy intensity of transport-technological operations and its component (the energy intensity of air transportation);
- reduced economic costs and its components;
- profits of air transport enterprises.

With respect to aircraft involved in the aviation works, we can formulate the following provisions:

- technical and economic assessment of aircraft should be considered in close connection with the tasks performed by it;

- assessment of the effectiveness of the particular aircraft type should be based on the totality of the transport problems and needs in aviation operations.

Timeliness of delivery is characterized by the satisfaction of the requirements for transportation in accordance with the need. This is achieved by rational coordination of the work of transport and service systems of production and consumption. Characteristics of the level of harmonization are: the ratio between the amount offered for transportation (pending export) and exported goods, the amount of product inventory in the systems of consumption, the probability of a stockout, i.e. demand in the absence of stocks, etc.

Organization of regular transportation according to the established schedules creates preconditions to ensure the timely delivery of goods.

In conditions of uneven transportation demand smooth operation serviceable avia transportation technological systems is achieved by maneuvering the use of carrying capacities of the aircraft on various objects and the creation of a reserve cadre, rational accumulation of cargo shippers and the creation of stocks of products at consumers.

Loss of products during transportation should be considered when solving such problems as the rationale for dedicated cargo aircraft, the choice of uninterrupted method of transportation in containers and in the selection of the type of aircraft and most rational schemes of delivery.

The forecasting results and statistical evaluation of the failure to preserve goods may be decisive in making decisions.

Actual damage is a little higher, since the reproduction irretrievably lost products will take some time, more manpower and means of production to provide an additional increase in output.

Performance of vehicles — a key indicator of their use. It can also be attributed to the criterion of efficiency of air transportation.

The performance of loading and unloading machines (teams of movers) and points characterized by a quantity of goods processed per hour. It is defined by technical and operational parameters of the loading (unloading) machinery and coherence of their work with the work vehicles.

The cost of transportation is an indicator of the efficiency of the transportation process, characterizing the cost of 1 t, which is operating by the transport organization, carrying out the transporting.

Improving the efficiency of the air transportation process in some cases is associated with additional capital investments in development of transport and supporting tools. In addition, the cost of transportation does not take into account the whole complex of costs associated with the implementation of the transportation process in different conditions.

The most comprehensive assessment of the economic efficiency of transport is achieved by the mapping given economic transport costs, including the cost of packaging, packing, transportation, storage, loading and unpacking of goods, capital

investment in the hardware, the cost of cargo weight, staying on the road, and loss of products during transportation.

Profit is one of the main indicators of activities of air transportation enterprises. Depending on the size of the profits of enterprises plan to expand their production capacity, size of bonuses, measures for cultural and domestic construction, etc.

The following characteristics or conditions of the optimization problems should be defined and make sense:

- optimization criteria in the form of quality indicators, combined in a common criteria indicators of economic efficiency.
- algorithms and calculation schemes (methods) for estimation of the total criterion measure and the test of optimality;
- the definition of a general criteria of economic efficiency in the case of changing the arguments affecting the change in the value of the performance indicator (the estimated model).

For the economic evaluation of efficiency of application of new technologies of air transportation of goods using variational method for comparative evaluation. The point is that the existing technology is used for the base and with her on different indicators is compared to projected. The number of compared parameters depends on the number of stages of the transportation and production processes which are expected to change the technology.

In all cases, when a new transport or technological solution leads to a change in transportation volume in tons (such as application containers), the corresponding measure of effectiveness should be calculated not per 1 ton of cargo, per unit of transported goods.

Evaluation of the effectiveness of the use of aircraft on any option or the aerial work is defined mathematically by numbers, the comparison of which allows to select the preferred option of aircraft use.

The parameters of the system and its elements based on their impact on the evaluation criteria are divided into three groups: technical, technological and economic.

Technical parameters are the functional parameters that define the purpose of the system and its elements (subsystems), and structural parameters characterizing their structure. For example, functional parameters of the transport aircraft is its payload, capacity, range, speed, and constructive ones – geometrical dimensions, weight, structural parts of aircraft, etc.

The functional parameters determine the value of the criteria of target efficiency and constructive – influence on the functional, economic parameters and parameters of adaptability.

Firstly, this specified triad of criteria forms criteria for techno-economic assessment of air transportation. The improvement of aircraft systems lies primarily in the growth of their functional parameters, accompanied by the increased scale and complexity of the system and improvement of parameters of its elements.

The use of differential, integrated or mixed methods evaluation of the effectiveness of the armed forces (and not the system as a whole) based on the comparison of the three components of quality:

- technical expertise;
- quality of production;
- quality in operation.

And, despite the complexity or heterogeneity, decisions are made on a number of single indicators that are included in the composite index (the performance criterion), which in turn can be expressed by the main indicator.

From this point of view, the criteria must take into account that the criterion of effectiveness is an economic category. With the change of the social system has changed and the criterion of effectiveness. The criterion of economic efficiency now reflects not only quantitative but also qualitative aspects of the functioning of air transportation. The qualitative aspect reflects the socio-economic kind and nature due to the action of main economic law.

Currently, one of the controversial issues is the number of criteria and accepted functional diagram (model) of the study.

When monocriterial production performance (efficiency) of air transportation is performed by one criterion, at the basis of which is the only symptom, such as a function (performance) or cost. In this case, the air transportation is considered effective if the value of the criterion corresponds to the best prototypes. All other characteristics (factors) are either not considered or it is assumed that their values are stable.

As the conclusion, in reality, achieving efficiency requires certain concessions (either at the expense of performance in order to achieve the necessary level of cost, or the cost to provide the specified performance). This fact leads to the need to use as a criterion a more complex scheme, which would, even to a certain extent, take into account several characteristics.

References

1. D'Arcy Greig, Norman Franks. Business And Corporate Aviation Management. – M.: , 2003. – 330 c.
2. Robert W. Kaps. Fiscal Aspects of Aviation Management (Southern Illinois University Press Series in Aviation Manage). – M.: , 2012. – 128 c.
3. The Economic Regulation of Airports: Recent Developments in Australasia, North America and Europe (Ashgate Studies in Aviation Economics and Management). – M.: , 2004. – 229 c.

*А.М.Валько, старший викладач, М.Р.Сиротюк
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Сучасний стан та перспективи розвитку міжнародних аеропортів України

Проведений аналіз пасажиропотоків аеропортів України. Запропоновані напрямки перспективного розвитку провідних українських аеропортів.

Одним із найважливіших елементів функціонування економічної системи кожної країни є транспорт. Авіаційний транспорт виділяється серед інших видів, що зумовлено низкою переваг (серед них можна виокремити швидкість доставки пасажирів, вантажу та багажу). Невід'ємною ланкою авіаційної транспортної системи є аеропорти. Саме в аеропорті відбувається так званий перехід від повітряного функціонування літака до наземного функціонування. Тому для підвищення ефективності функціонування цивільної авіаційної транспортної галузі в Україні слід звернути увагу на дослідження та особливості розвитку пасажирських аеропортів.

На даний момент в Україні можна виділити 7 найбільших міжнародних аеропортів (пасажиропотік вище 100 тисяч осіб) з функціонуючих зараз 17.

В табл.1 наведена динаміка зміни кількості перевезених пасажирів за період з 2011 року по 2016 рік (в пасажирах).

Таблиця 1.

**Кількість перевезених пасажирів міжнародними аеропортами
України в період з 2011 по 2016 роки**

Аеропорт	Місто	Код (IATA/ ICAO)	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Міжнародний аеропорт «Бориспіль»	Київ	KBP/UKBB	8029400	8478000	8690400	6890443	7277135	8645236
Міжнародний аеропорт «Одеса»	Одеса	ODS/UKOO	824300	907600	920400	863900	949100	1033569
Міжнародний аеропорт «Київ» (Жуляни)	Київ	IEV/UKKK	469800	861900	623700	1090025	9443052	11275000
Міжнародний аеропорт «Львів»	Львів	LWO/UKLL	296900	576000	467300	585200	570570	738317
Міжнародний аеропорт «Харків»	Харків	HRK/UKHH	308500	501400	480100	437500	373625	598173
Міжнародний аеропорт «Дніпропетровськ»	Дніпр	DNK/UKDD	426300	444200	450700	446798	346014	284900
Міжнародний аеропорт «Запоріжжя»	Запоріжжя	OZH/UKDE	56900	56700	59300	75400	128104	281828

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що у 2012 році відбувся значний зріст пасажиропотоку (порівняно з попередніми роками). Спричинено це було декількома факторами:

1. Євро-2012: під час чемпіонату до України прибуло близько 2 млн. туристів, 1,2 млн з яких – авіатранспортом.

2. За час чемпіонату збільшився попит на внутрішні рейси.

3. Підвищений інтерес до України завдяки активній рекламі, здебільшого спрямованій на країни Європи.

На відміну від 2012 року у 2013 році попит на авіаційні перевезення навпаки зменшується. Цьому стали причиною наступні фактори:

1. Дестабілізація політичного та економічного стану у країні.

2. Міжрегіональні конфлікти.

3. Недостатнє фінансування авіаційної та туристичної галузей з боку держави.

4. Зменшення зацікавленості іноземних туристів, в зв'язку з нестабільною ситуацією всередині країни.

Ця тенденція продовжувалася і у 2014 році в зв'язку з політичною ситуацією в країні.

Окремо можна сказати про важливі міжнародні аеропорти, які наразі не функціонують: міжнародний аеропорт «Донецьк», міжнародний аеропорт «Сімферополь» та міжнародний аеропорт «Луганськ». У табл.2 наведена динаміка зміни кількості перевезених пасажирів за період з 2011 р. по 2015 р.

Таблиця 2.

Кількість перевезених пасажирів міжнародними аеропортами України в період з 2011 по 2016 роки

Аеропорт	Місто	Код (IATA / ICAO)	2011	2012	2013	2014	2015
Міжнародний аеропорт «Донецьк»	Донецьк	DOK/UKCC	829300	1000000	1120000	96500 (closed)	-
Міжнародний аеропорт «Сімферополь»	Сімферополь	SIP/UKFF	963800	113900	1204500	346700 (closed)	-
Міжнародний аеропорт «Луганськ»	Луганськ	VSG/UKCV	23500	51100	53200	-	-

Міжнародні аеропорти «Донецьк» та «Сімферополь» у 2012 році також активно приймали туристів на чемпіонат Євро-2012. Проте, в зв'язку з тимчасовою окупацією Криму аеропорт «Сімферополь» припинив своє функціонування як український аеропорт з березня 2014 року. Робота аеропорту «Донецьк» була призупинена з 26 березня 2014 року у зв'язку зі спробою захвату аеропорту озброєним сполученням сформованої ДНР. Міжнародний аеропорт «Луганськ» припинив дію 11 червня 2014 року у зв'язку з бойовими діями.

У авіації, подібно до закону збереження матерії, нічого нікуди не зникає і ніщо нізвідки не виникає. Пасажиропотік, який мав надійти до вже недіючих аеропортів був спрямований до інших аеропортів України. В зв'язку з цим спостерігаємо підвищення пасажиропотоку у II кварталі 2014 році,

порівняно з 2013 в аеропортах Київ (Жуляни), Львів та Запоріжжя. Дана тенденція спостерігалася й далі.

Слід зазначити, що на сьогодні близько 98 відсотків загальних пасажиропотоків сконцентровані в 7 провідних аеропортах – Бориспіль, Київ (Жуляни), Одеса, Львів, Харків, Дніпропетровськ та Запоріжжя. За підсумками 2016 року, Міжнародний аеропорт «Бориспіль» став одним із лідерів в рейтингу аеропортів Європи за класифікацією ACI Europe (Міжнародна рада аеропортів). Згідно зі статистикою за минулий рік аеропорт «Бориспіль» збільшив кількість перевезених пасажирів на 18,8% та посів третє місце серед аеропортів, які щорічно обслуговують від 5 до 10 мільйонів пасажирів. З огляду на позитивні показники МА «Бориспіль» можна сказати що Україна продемонструвала готовність до вдосконалення авіаційної галузі. Інший же столичний аеропорт – Жуляни – збільшив показники перевезення на 19,4%. Протягом двох останніх років, активно розвиваються регіональні аеропорти. До групи «найменших» аеропортів Європи увійшов МА «Харків», який також продемонстрував позитивні показники. Хоча політичні події 2014 року дали поштовх до розвитку решти аеропортів України, вони до Європейського рейтингу поки що не увійшли, проте також показали підвищення показників діяльності аеропортів. Кількість пасажирів, обслуговуваних в аеропорті Рівне зросла у 8,6 рази в 2016 році порівняно з 2015 роком, аеропортом Вінниця – в 6,6 рази, Івано-Франківськ – 3,9 рази, Запоріжжя – в 2,2 рази, Харків – на 60,1%, Львів – на 29,4%, Одеса – на 8,9%, Херсон – на 1,6%.

Динаміку збільшення кількості обслуговуваних пасажирів в найбільших міжнародних аеропортах України в період з 2014 по 2016 роки представлено на рис.1.

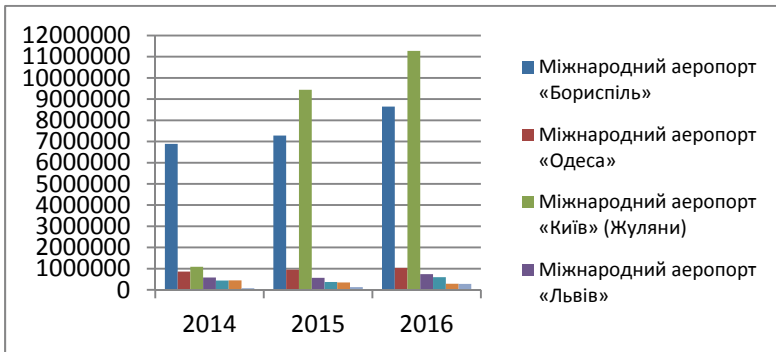


Рис.1. Кількість перевезених пасажирів аеропортами України

Розвиток української авіації не стоїть на місці й зараз, у 2017 році. Чи не найгучнішою подією української авіації на початку року стає вихід на ринок України ірландської авіакомпанії Ryanair. З Києва – аеропорту Бориспіль – лоукост літатиме за 4 маршрутами: три рейси на тиждень Ryanair здійснюватиме в Ейдховен, п'ять – до Лондона, три рейси літатимуть у

Манчестер і чотири в Стокгольм. Вхідження лоукосту до України має низку переваг. По-перше, дешеві квитки до Європи, що гарантує збільшення інтересу пасажирів до перельоту. По-друге, після переговорів з Ryanair, Україна може розраховувати на значні інвестиції на покращення авіаційного бізнесу, відкриття нових високотехнологічних робочих місць, тощо. По-третє, можна передбачити входження й інших світових авіакомпаній та розширення мережі їх рейсів в Україні. Та варто звернути увагу і на негативну сторону. Авіаційний бізнес, як і будь-який бізнес, це спосіб заробляння грошей. Дешеві квитки лоукосту можуть різко підвищитися навіть протягом року після промо-акції. До того ж, сам авіаквиток коштуватиме менше ніж трансфер з чи до аеропорту, так як лоукост компанії використовують для польотів аеропорт з невисокими аеропортовими зборами, а вони, в свою чергу, зазвичай знаходяться подалі від центру міста. Також, значною перешкодою для рейсів лоукосту є те, що Україна дотепер не отримала доступу до спільного авіаційного простору з Європою («відкритого неба»).

Ще однією важливою подією для авіації України має стати Євробачення-2017, яке будемо приймати в Києві. Звісно, для України це реальна реклама, можливість представити себе всьому світу, перспектива на інвестиції та нові робочі місця. Та чи готові аеропорти України приймати закордонних туристів? Бюджет на вдосконалення інфраструктури виділений, залишається лише завершити роботу. Аеропорти Києва рішуче налаштовані на вдосконалення та розвиток. Так, міжнародний аеропорт «Жуляни» оголосив про закриття рейсів на період з 14 по 24 травня. На цей час заплановано капітальний ремонт злітно-посадкової смуги. Варто нагадати, що 13 травня пройде фінал пісенного конкурсу Євробачення-2017 і гостям доведеться користуватися лише одним аеропортом «Бориспіль», який буде виконувати всі рейси замість аеропорту «Жуляни».

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що Україна має перспективи на підвищення пасажирських перевезень авіаційним транспортом. Звернути увагу потрібно на відкриття нових внутрішніх авіарейсів, перерозподіл пасажиропотоків із вже не діючих аеропортів (Сімферополь, Донецьк та Луганськ) до функціонуючих, тим самим підвищивши їх рентабельність, розробка нових методів обслуговування пасажирів, відповідність стану аеропортів до стандартів Європи. І вже через декілька років ми зможемо помітити покращення авіаційної галузі України та її конкурентоспроможність на світовому ринку.

Список літератури

1. Звіт Державного департаменту авіаційного транспорту (Укравіатранс) „Підсумки роботи авіаційного транспорту України за 2016 рік”. – К., 2017.
2. Кулаев Ю.Ф. Экономика гражданской авиации Украины. Монография / Ю.Ф. Кулаев, В.И. Щелкунов. – 2-е изд., дополн. и перераб. – К: «Феникс», 2010. – 736 с.
3. Полянская Н.Е. Организация коммерческой работы на воздушном транспорте. Монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: НАУ, 2006. – 396 с.

*Y.V. Shevchenko, Assoc. Prof., Y.O.Netsiuk
(National Aviation University, Ukraine)*

Impact of air transportation on economy

The future prosperity of our continent will depend on the ability of all of its regions to remain fully and competitively integrated in the world economy. Efficient transport is vital in making this happen. Government plays an important role in the relation of air transportation and economy as its policies can influence both economic and air transportation attributes through regulation and infrastructure investment.

Nowadays, air transportation comprises the same position in the economy that rail transportation comprised a century ago. Air transportation has gone through its initial trial period. It has won a large measure of public acceptance. It is still predominantly a carrier of passengers, of mail, and of high-grade express. It has experienced a very significant growth, but it may still prove to be dependent on government financial support, at least in establishing certain new international routes and in bringing service to less populous communities within the country.

A proper estimation of the economic significance of air transportation requires that its success be measured against that of other forms of transportation. It has a great influence on the employment of a country.

The air transport industry occupies a total of 29 million jobs globally (through direct, indirect, induced and catalytic impacts). We will suppose the role of aviation industry and its influence on modern economy. Moreover, indicate the air transport as a major employer because it generates a total of 29 million jobs globally.

Undisputably, aviation provides the only worldwide transportation system, which makes it essential for global business and tourism. It plays a vital role in facilitating economic increasing, growth, particularly in highly-developed countries.

The future economic role of air transportation will depend on largely upon its specialized capacity to render a service superior to surface transportation in limited transportation markets. What costs and what rates will be typical of future air carrier services? This problem cannot be answered with certainty. There has never been an air-transport operation that constituted an optimum investment of capital and labor or an optimum utilization of capital investment, labor and management, as the economist defines optimum.

An effective organization of passenger traffic, due to the reliability prediction of traffic flow in passenger transport hubs. In order to determine the parameters of prospective passenger transport areas it is essential to analyze the impact of various factors and determine the most influential ones.

The article presents the method of paired linear correlation for a more influential factors on passengers in intercity and commuter and possible use in predicting the linear regression equations. Passenger transport vessel areas and branches of industry are interconnected and are in the ratio of passengers and production.

It is found that the coefficient of correlation is in complex dependence on the duration of the period of retrospective analysis.

Evaluation of reliability correlation coefficients and coefficients of predictive models led to the conclusion that the population gives the most accurate prediction of passenger flows, providing account of changes in Ukraine during the period of transformation.

Equations of dependence on the impact of macroeconomic indicators were obtained and the evaluation of the reliability results was received. The results of analysis and calculations will make short-term forecasting of traffic flow.

In general, air transportation services and economic development interact with each other through a series of mutualcausality feedback relationships.

Air transportation provides employment in the aviation sector and creates wider socioeconomic benefits through its potential to enable certain types of activities in a local economy.

Obviously, presence of air transportations positively increase the demand and the economy at the same time.

The result of high demand for passenger or cargo transportations can be represented by Gross Doestic Product all over the world. Undisputably, it shows the relationships among air transportation and economic practice. The main of this article is to define and depict the mechanism of factors that influence this interaction.

Nowadays, our literature lack the information about the position of air transportations on he international market and its interaction wih economic activity. That is why, there were proposed two ways of estimating the influence of air transportation.

First are studies evaluatuing evaluating indirect, direct and induced employment impac of air transportation which ignore the enabling effects.

Direct influene is employment in the aviation branch, indirect influence is the employment in the spheres down the aviation supply chain, and induced influence is the employment endured by the spending of these directly and indirectly employed in the aviation sphere.

In most cases, these studies are conducted for the highly-developed economies because they use data-intensive regional input-output matrices which are rarely available for the developing countries. Second, are studies which try to evaluate the enabling, or catalytic, influence of air transportations.

The impact of air transportations on the economy differs from other kinds of transportation because of its typical features such as: flexibility, speed, cost, safety, and reliability.

It is one of the most convenient means of long-distance transportation for high-value perishable that could be transported to any geographical area Nevertheless, on the short-haul routes air transportation provides some advantage over surface transportation modes, especially the high-speed rail.

Here is represented Fig. 1 that depicts a tight connection between air transportations and economy at all.

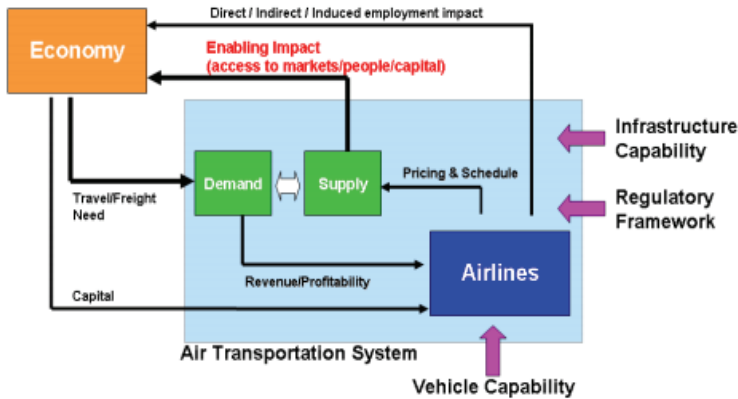


Fig. 1. Feedback-based interaction between air transportation system and economy

Conclusions

In conclusion it is worth mentioning, that at the macroeconomic level, air transportation impacts economy by providing employment and by enabling effects including enabling access: to markets, to people, to capital, to ideas and knowledge, to labor supply, to skills, to opportunity, and to resources. The economy in turn provides capital and generates demand for passenger and freight travel.

Air transportation services and economic development interact due to variety of feedback relationships. The aggregate trend analysis shows that there is a interconnection among air travel and Gross Domestic Product. This interaction is defined by the air transportation supply and different condition factors of economy.

References

1. *Mariya A. Ishutkina and R. John Hansman*. International Center for Air Transportation. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 02139, – pages 19.
2. *G.O. Kramarenko, O.Ye.Chorna* Financial analysis. Centre of scientific literature, 2008-pages 392.
3. *European Union* White Paper on transport – Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource-efficient transport system, Luxembourg, 2011-pages 28.

*А.М. Валько, старший викладач, О.О. Сатаєва
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Проблеми розвитку міжнародних туристичних авіап перевезень в Україні

*Проведений аналіз основних показників українського ринку туристичних послуг.
Досліджено проблеми та перспективи розвитку міжнародних туристичних
авіап перевезень в Україні.*

Транспорт і туризм — це одні з найважливіших складових матеріальної бази економіки будь-якої країни та рушійна сила суспільного розвитку. Вони нерозривно пов'язані між собою. Адже саме прогрес та розвиток у сфері транспортних засобів і інфраструктури дозволив людині розширити горизонти свого оточення шляхом здійснення подорожей на все більшу відстань.

Авіаційні перевезення надають можливості не тільки швидко і комфортно подолати просторовий розрив між місцями проживання туристів і туристичними дестинаціями, але й є важливими чинниками розвитку туристичних центрів та зон. Авіаційні компанії по всьому світі стимулюють попит на свої послуги з боку туристичного бізнесу, виплачуючи туристичним агентствам комісійну винагороду за кожне заброньоване (напрямку або через глобальні мережі бронювання та резервування) місце.

На рис. 1. в період з 2013 по 2015 рік ми можемо спостерігати, що відбувся спад в'їзного та виїзного туризму в Україні в порівнянні з 2012 роком. Дана тенденція була пов'язана в першу чергу з початком конфліктів на території східної України та дестабілізацією економічного та політичного становища. Таку ж ситуацію ми можемо спостерігати на рис. 2 і з авіаційними перевезеннями, які пов'язані з туризмом.



Рис. 1.1 В'їзний та виїзний туризм в Україні



Рис. 2. Пасажиропотік авіатранспортом України

Але з початком 2017 року відбулося підвищення попиту на пасажирські авіаперевезення. В січні 2017 року об'єм пасажирських перевезень збільшився на 57,5%, досягнувши 676,5 тис. чол., як повідомляє Державіаслужба. Враховуючи, що до початку минулого року статистика українських перевезень займала стабільну ситуацію, можемо зробити висновок, що приріст не носить статичного характеру. При цьому підсумки січня 2017 року виявились набагато кращими результатів всього минулого 2016 року, коли пасажиропотік українських авіакомпаній виріс лише на 31,2%. В січні-лютому 2017 року авіакомпанії України обслуговували більше 1,235 млн. чол. Найбільше пасажиропотік виріс на міжнародних напрямленнях – на 55,2%. Він склав 1,106 млн. чол. На внутрішніх авіалініях склав лише 129,2 тис. чол.

На сьогоднішній день Україна має значну кількість проблем пов'язаних з розвитком міжнародних туристичних авіаперевезень в Україні. Розвиток міжнародного туризму може стримуватися тим, що транспортні системи в країні не відповідають світовим стандартам в сенсі зручності, ефективності, безпеки, а транспортні проекти, зокрема будівництво нових аеропортів, потребують для своєї реалізації величезних інвестицій.

Маючи деякі недоліки надання послуг у обслуговуванні туристичного сегменту, особливу роль відіграє все ж таки високі ціни на українську візу стримують підвищення пасажиропотоку та розвитку туризму.

Також ще однією глобальною проблемою за рішенням ВТО, яка стримує розвиток міжнародних туристичних авіаперевезень в Україні є надмірна завантаженість аеропортів, що призводить до затримок рейсів. Адже це в свою чергу викликає перевитрати дорогого палива, додаткові викиди у повітря шкідливих речовин, позначається на тарифній політиці авіакомпаній, які закладають ці збитки у вартість квитків. Як зазначає Торгово-промислова палата України, сьогодні 70% всіх авіаперевезень в Україні здійснює саме аеропорт “Бориспіль”, але він не задовольняє всі потреби пасажирів. Політика провідних українських авіакомпаній, спрямована на інтегрування внутрішніх та міжнародних авіарейсів. Вдале географічне розташування України і наявність міжнародних аеропортів дають можливість освоєння нової відкритої

ніші ринку – ринку транзитних пасажирів, що літають між Західною та Східною півкулями, а також з Європи з пересадкою в столиці України. Авіаційні перевізники по всьому світу забезпечують значну частку міжнародних туристичних поїздок і виявляються залежними від коливань туристичного попиту. Розуміння необхідності вивчення ступеню взаємозалежності між туристичним і авіаційним бізнесом трансформує традиційні підходи до здійснення суспільно-географічних досліджень туризму та авіаційного транспорту.

Протягом багатьох років туроператори є ядром туристичного бізнесу і саме вони створили індустрію туризму в її сучасному виді. Туроператори виконують роль моста між постачальниками продуктів і користувачами, формуючи з різних елементів туристичний пакет, який продається клієнту особисто або через турагенство. Місце, яке займає туроператор в системі збуту продукту туристичного бізнесу знаходиться між сектором проживання, обслуговування та перевезення та споживачем (турагент-споживач).

Туризм та авіаперевезень в Україні розвиваються і досить потужним поштовхом для більшого розвитку може стати подія, яка відбудеться в Україні. У цьому році в Україні пройде музичний конкурс "Євробачення". На його проведення уряд і муніципальна влада вже пообіцяли виділити кошти. Крім того, Кабінет міністрів має намір заручитися і спонсорською підтримкою. За найскромнішими оцінками, Україні на організацію конкурсу подібного рівня знадобиться близько 15 млн. євро. Це великі капіталовкладення для нашої країни, і хтось може заперечити, що це не на часі для нас. Однак спираючись на попередній досвід країн, які проводили подібні заходи, можемо стверджувати, що проведення «Євробачення 2017» дасть змогу отримати вигоду для вітчизняної економіки. Одна з галузей, для якої такий конкурс може стати каталізатором зростання, - туризм. А це дуже перспективний напрямок - потенційний оборот галузі в Україні оцінюється в 10 млрд доларів - саме стільки може заробляти наша країна на об'єктах туристичної інфраструктури.

За прогнозами київської влади і Національної телерадіокомпанії в Київ на Євробачення 2017 приїде від 15 до 30 тисяч іноземних туристів. Таку заяву зробив Зураб Аласанія, генеральний директор Національної телекомпанії України, в інтерв'ю ZN.ua. Аласанія також пояснив, чому Євромістечко вирішили розмістити саме на Софійській площі. "Київ аргументує це тим, що тут традиційно проходить безліч міських свят. Обговорювали з делегацією і транспортну логістику. Київ готовий організувати, крім автобусних переїздів, ще й трамвайно-річкове сполучення. Хочуть відродити річкові трамвайчики на маршруті з Річкового вокзалу на острів. Влада міста допомагає і з самим Експоцентром на Лівому березі, домовляючись з власником, адже цей майданчик — приватний бізнес", - говорить він.

Проаналізувавши все вище зазначене можемо дійти висновку, що на сьогоднішній день Україна має досить гарні перспективи розвитку туристичних авіаперевезень. Для подолання існуючих проблем та формування конкурентних переваг, що сприятимуть зміцненню позицій на світовому ринку, збільшенню рентабельності, залученню інвестицій, розвитку

технологічної бази для України пріоритетним є: створення міжнародних консорціумів за участю провідних транснаціональних корпорацій; організацію спільних підприємств туристичних авіап перевезень; державна підтримка туристичної та авіаційної сфери. Перспективою розвитку авіаційної галузі України є консолідація авіаційних підприємств в рамках потужних структур, що є характерним для авіакомплексів розвинутих країн.

Список літератури

1. Балабанов Г.В., Ткачук Л.М. Аналіз процесів взаємодії у системі авіація-туризм // Науковий вісник Ін-ту міжнародних відносин НАУ. Серія: Економіка, право, політологія, туризм. – К.: Вид-во “НАУ-друк”, 2010. – Вип. 1. – С. 171-179
2. Биржаков М. Б., Никифоров В. И. Индустрия туризма: Перевозки / М. Б. Биржаков, В. И. Никифоров. – М.-СПб.:ИД Герда, Невский фонд, 2003. – 400 с.
3. Рекун Г. П. Дослідження взаємозв'язків розвитку ринків туристичних та пасажирських авіаційних послуг в Україні / Г. П. Рекун, А. С. Лещенко // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Актуальні проблеми управління та фінансово-господарської діяльності підприємства. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2013. – № 24 (997). – С. 121-129.
4. Висоцька І. І. Стан та перспективи розвитку пасажирських авіаційних перевезень на внутрішніх лініях України [Текст]/ І. І. Висоцька // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць. Вип. 192, т. II. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2004. – С. 569–575.
5. Державна служба статистики України/[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

*Ivannikova V.Yu., Ph.D., A.O. Hriadetska,
(National Aviation University, Ukraine)*

Future development of unmanned and municipal air transport in Ukraine

The analysis of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) is provided. Prospects of municipal and unmanned aircraft are presented. Comparative analysis of the effectiveness of the usage of group flying UAVs for the intended purpose and use of UAVs in the municipal transport is provided.

The experience of the largest megacities of the world demonstrates the widespread use of aircraft and aeronautical technologies for municipal services and maintenance of vital activity of city. There are developed air transport systems in the USA and Western Europe, which includes dozens of owners-operators, large and small heliports, a significant part of which is private. These systems are developed according to plans of cities and regions. Infrastructure of heliports and helipads is actively developed, while the activity of large airports, which are located inside big cities, is limited. The main advantages of the use of helicopters in large cities are:

- velocity, which can significantly save time, which is the most important factor in the rescue, medical evacuation, fire works, implementation of business trips;
- ability to perform equally well as landing at airfields and on small areas, which specifically designated for this purpose, as on the totally equipped for this purpose lands;
- no need to allocate large tracts of land for the creation of necessary infrastructure.

Most of the helipads located in big cities around the world, designed for commercial use. City heliports designed to be shared, usually municipally owned and leased by management companies. In the highly developed urban areas, helicopters have priority over other means in a series of special activities and, above all, in construction and installation works, as well as a vehicle to transport passengers and cargo.

Recently, unmanned aircraft receives the rapid development. The development of unmanned aircraft systems (UAS) based on unmanned aerial vehicles (UAV) is held by all industrialized and developed countries. Unmanned aircraft have a number of advantages, namely low operating cost, good concealment, resistance and flexibility, simplicity and availability of technology compared to manned aircraft also UAVs can be used in those cases when use of manned aircraft is impractical, expensive or risky. It is obvious that the effectiveness of group flying UAVs while monitoring forest fires, search and rescue operations, in agriculture during the processing of crops, retransmission of communication and movement of cargo is much higher than while single UAV flights.

The disadvantages of unmanned aircraft include the limited possibilities due to the small size of UAVs that could be compensated by use of group flights. In addition, in the group of small and light UAVs, which effectively interact between each other, appear more useful qualities: speed of the performance of assignment, increasing the

density of surface area when spraying crops, and so on. The main advantage of using UAVs is the execution of tasks associated with the risk for human and efficiency in solving economic problems. In this sense, the use of UAVs is more appropriate: for retransmitting connection in those places - where it is impossible to install the antenna coverage because of difficult terrain, in agriculture (group spraying of fields), group survey of large areas, monitoring of forest fires, patrol of territories, etc., displacement of cargo. The advantage of an unmanned helicopter and multicopter is the ability to land at low speed. Unmanned aircraft with flapping wing combines UAVs aircraft and multicopter type, namely the ability to fly in rectilinear plane and suspend flight over a particular object, besides the advantages of such a scheme are small size flying machine.

Comparison of the development and application of aviation technologies in Ukraine based on the use of helicopter transport to other major cities in the world shows a significant lag in this area.

The scope of application of aviation technology in New York, Paris, London, Hong Kong and other major cities around the world, is ten times higher than the current level as by the intensity of flights, as by the number of helicopters and organizations that carry its application and operation.

For the purpose of further development of aviation technologies for municipal economy and life support of the city, its air-transportation system requires solution of three main objectives:

- the development of aviation equipment and saturation of city aircraft fleet by light helicopters, that provide solution of special tasks for the benefit of city services, commercial transportation and aviation works;
- development of urban aviation infrastructure, including heliports and helipads;
- organization of safe use of the airspace over the city.

The problem of flexibility in movement on the desired route is not fixed, but the question of minimal expenses on time during this movement remains open. This fact forces to search possibilities for implementation of more flexible - urban aircraft, and in many ways it is important not only for municipal services, but especially for private public aircraft.

Thus, at the meetings of the State Aviation Administration of Ukraine for Aviation Safety there was repeatedly raised question about the possibility of flight operations within the city boundaries.

Decisions of the Commission were applications about permission of possibility for flights, takeoffs and landings of aircraft in areas of settlements, but with significant limitations.

Table 1 presents a comparative analysis of the effectiveness of different types of UAVs (flight in a group) while performing of following tasks:

- 1) aerial photography;
- 2) retransmission of connection;
- 3) agricultural works;
- 4) movement of cargo;
- 5) search and rescue works.

Table 1.

Comparative analysis of the types of UAVs
according to intended purpose while using by municipal services

Intended purpose of UAVs	Types of UAVs		
	Planes	Multicopters	Unmanned aircraft with flapping wing
Aerial photography	+	+	+
Agricultural works	-	-	-
Retransmission of connection	+	+	+
Movement of cargo	+	+	-
Search and Rescue works	+	+	+

Therefore, aerial photography, search and rescue operations can be carried out by all types of UAVs, but for search and rescue operations multicopters will have an advantage, because they can stay at one place for a long time. While moving cargo, the most efficient are UAVs of airplane type, as well as in agricultural works and in retransmission of connection.

References

1. Бондарев Д.І. Ефективність групових польотів безпілотних літальних апаратів / Д.І. Бондарев, Р.Т. Джафарзаде, А.М. Козуб// Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 6 (122). – С. 9-14.
2. Никифоров А.А. Анализ зарубежных беспилотных летательных аппаратов / А.А. Никифоров, В.А. Мунимаев. – СПб.: Санкт-Петербургская лесотехническая академия, 2010 – 3 с.
3. Ганин С.М. Беспилотные летательные аппараты / С.М. Ганин, А.В. Карпенко. – Санкт-Петербург, 1999. – 160 с.
4. Marsh L. Multi-Agent UAV Path Planning / L. Marsh, G. Calbert, J. Tu, D. Gossink, H. Kwok // Defence Science and Technology Organization, Australia, 2005. – P. 2188 – 2194
5. Montgomery J.F. Learning helicopter control through “teaching by showing” / J.F. Montgomery, G.A. Bekey // IEEE Conference on decision and Control, 1998. – P. 132-141
6. Reg Austin, Unmanned aircraft systems: UAVS design, development and deployment / 2010 John Wiley & Sons Ltd.

*Y.V. Shevchenko, Assoc. Prof., S.M. Piven
(National Aviation University, Ukraine)*

Effect of operational factors on the decision speed during the aircraft take-off

The subject of the article is to explain the essence and importance of the decision speed, factors influencing it and the consequences which may occur in the case of rejection the flight. A detailed analysis of factors affecting the decision speed is given.

Decision speed (V_1) - the maximum speed in the take-off at which the pilot must take the first action (e.g., apply brakes, reduce thrust, deploy speed brakes) to stop the aircraft within the accelerate-stop distance. V_1 also means the minimum speed in the take-off, following a failure of the critical engine at VEF, at which the pilot can continue the take-off and achieve the required height above the take-off surface within the take-off distance. Above V_1 , the takeoff must be continued unless there is reason to believe that the aircraft will not fly. At the same time the left distance should be enough for rejection and continuation of the take-off [1].

This speed is derived from data obtained by aircraft designers and manufacturers during flight testing and verified in most countries by government flight inspectors during aircraft type-certification testing. Its usage is considered a best practice to maximize aviation safety, aircraft performance or both [3].

The crew calculates the decision speed – V_1 for the aircraft before every flight, before its reaching the take-off can be safely rejected, and the aircraft will stop within accessible distance of the rejected flight (see fig.1).

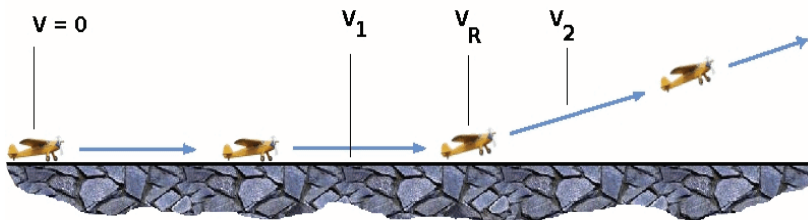


Fig.1. Scheme of the aircraft take-off and the decision speed

The decision speed changes depending on the aircraft type and varies depending on a number of factors such as: the length of the runway, its conditions, friction coefficient, coatings, runway surface conditions can have a significant effect on takeoff performance, as it can affect both the possibility of acceleration and deceleration of the aircraft; meteorological conditions such as wind speed and direction, air temperature, atmospheric pressure; aircraft configuration (aircraft takeoff weight, wing flap position, engines placing, engine thrust) [2].

Furthermore, the decision speed is chosen so that in case of failure of one of the engines at the running approach, the safety must be guaranteed as in the rejection of the take-off, and in its continuation.

All modern civil aircraft are designed so that even in case of failure of one engine on take-off, the power of other is enough to accelerate the aircraft to an acceptable speed and climb to a safe altitude from which it is possible to approach.

If it is necessary to reject the take-off, there are many difficulties in its implementation, the main ones are:

- a large aircraft weight because it is filled with a large amount of fuel for the implementation of the flight;
- lack of time in evaluating the necessity of application the procedure of flight rejection; in contrast to landing, there is a significantly smaller portion of the runway to reduce the speed, and there is no way to withdraw to the second round;
- large load on the braking system because of the weight of the aircraft and small braking distance [2].

If the decision is made to reject, the aircraft can be brought to a stop within the Accelerate Stop Distance Available (ASDA). If the decision is made to continue the takeoff, either in a non engine failure case which occurs prior to V_1 or in an engine failure case which occurs at or after V_1 , the aircraft can get airborne and achieve or exceed the appropriate screen height within the Takeoff Distance Available (TODA). If a reject is initiated at a speed above V_1 , a runway excursion is probable [4].

Stopping the aircraft within the confines of the runway or safely continuing the takeoff is predicated on an appropriate and timely stop/go decision and the corresponding appropriate and timely actions. The V_1 call should be made such that the call is complete just as the speed is achieved. If a reject decision is taken, it is critical that stopping action is initiated within two seconds and that full stopping device capability is utilized. If the takeoff is continued, the yaw due to engine failure must be corrected, the aircraft rotation must occur and the appropriate climb speed must be maintained to guarantee that the screen height will be achieved.

Decision speed is a speed beyond which the take-off should no longer be aborted. It is influenced by a number of factors and has a great importance in maximizing the aviation safety. Thus, the decision to reject or continue the take-off must be performed as soon as possible to avoid the catastrophic consequences that can occur.

References

1. Federal Aviation Administration (July 2008). "Title 14: Aeronautics and Space PART 23. – Airworthiness standards: normal, utility, acrobatic, and commuter category airplanes Subpart G. – Operating Limitations and Information Markings And Placards, Part 23.
2. Love. Michael C.. Better Takeoffs & Landings. Mc-Graw Hill, 2005. – P. 13–15.
3. Peppler, I.L.: From The Ground Up. Aviation Publishers Co. Limited, Ottawa Ontario, Twenty Seventh Revised Edition, 1996. – P. 327.
4. Pilot's Encyclopedia of Aeronautical Knowledge. Federal Aviation Administration, 2007. – P. G–16.

V. Yu. Ivannikova Ph. D., Yu. A. Hedz
(National Aviation University, Ukraine)

Participation of Ukrainian aviation in antiterrorist operation

The analysis of Ukrainian aviation participation in antiterrorist operation is presented in the article. It was noticed the tendency of transition from publications of newsreel character to deeper analytical materials and reducing the total number of articles on this subject in 2015 comparing to 2014. Here is shown how useful are these items in future studies.

Investigation of participation of the Armed Forces of Ukraine and other security forces in antiterrorist operation (ATO) in parts of Donetsk and Lugansk regions is one of the most urgent tasks of national military history. In solving this problem several groups of sources, one of which is the publication in specialized periodicals can be used by researchers. Tasks of this article are to analyse the publications, which devoted to the participation of Ukrainian military aviation in the ATO in Western periodic publications (in 2015), Russian magazines (in 2014-2015 years.) and local newspapers (in the 2014-2015). Under the term "Ukrainian military aviation" we mean aviation of all security forces: Air Force, Army Aviation, Naval Aviation, Aviation of National Guard of Ukraine, State Border Service and the State Emergency Service. Actually "Aviation and Time" is only one specialized magazine in Ukraine dedicated to aviation, which is published in Kiev every two months. Its wording is trying to quickly keep track of events and participation in aviation. Its editorial board is trying to keep track of events and participation in aviation expeditiously. Particularly in 2014 by the 2nd was published an article by Kotlovovkiy O. and Marayev R. with quite demonstrative title - "Impossible war" [1]. The article was devoted to the events in the Crimea in February-April 2014. It discusses the power shares of Russian troops (with a focus on aviation) during the annex of the peninsula, including the use of aircraft of military transport aviation for transporting troops to the airfield Gvardiyske and participation of helicopters in capturing Feodosian battalion of marines and other Ukrainian military bases. But the main attention is paid to the Ukrainian aviation brigades stationed in Crimea - 204th Brigade of tactical aviation (BrTA, aerodrome Belbek) and 10th naval aviation brigade (Novofedorivka). In the 4th edition of "Aviation and Time" two materials are placed on the events in Eastern Ukraine. In particular in the article of Kotlovovkiy O. [2] is told about usage of remote controlled aircraft (RCA). Also it is considering the creation of RCA units in battalions "Donbass" and "Aydar" and the program "The People's drone" which was realized by the Regional Fund "Blagochestya" (Mykolayiv) and Zhytomyr Military Institute of Korolev.

Army aviation was used from the first days of ATO, although at first without the use of weapons. By mid-October 2014 army aviation has performed more than 8,000 combat flights with a common touch about 8000 hours. Reducing the intensity of combat is observed only in September - after the signing of the Minsk agreements[3]. Describing the weapon that was used by helicopters, general Pistryuha

names unguided rockets C-8. The most successful operations of army aviation general Pistryuha considers to landing troops and the Donetsk airport. The main problem is the lack of means of protection of helicopters from man-portable air-defense system (MPADS) - systems "Adros" (available only five sets) and screen-exhaust devices. For the period from April to August 2014 deadweight loss amounted to eight helicopters - five Mi-24 and three Mi-8. Were killed 11 aviators. Three Mi-24 and two Mi-8 were seriously damaged, but were managed to evacuate[4]. Aircraft modernization in Ukraine was carried very slowly, resulting in a minimum combat readiness of 6% aircraft (mainly Su-24). Aircraft exports from Ukraine in 2005-2012 amounted 232 units, with 96% supplied from the Air Force and of army aviation [5]. From April 2014 Su-27, MiG-29 and helicopters have performed "psychological" flights - without the use of weapons. In late April, the helicopters began to use weapons at ground targets. In May, military work was began by Reserve Air Group, stationed in Dnipropetrovsk consisting of 8-10 Su-25. May 26, during the storming of the Donetsk airport, aviation massively at first was used - attacks on ground targets were struck by three Mi-24 and two MiG-29.

Since September 2014, after the signing of the Minsk agreements combat flights of Su-24 has stopped. However, measures are being taken to restore combat readiness and return to the system of aircraft that were on the conservation and crews 7th BrTA engaged in combat training. In mid-April 2015 it was conducted a joint study with Su-27. In October 2014 operation was restored in airfield Kanatovo (under Kirovohrad), which can be used as a advanced base for Su-24 [6].

On 3 March 2014 it was held the flight part of the aircraft and helicopters as well as the withdrawal of machinery 10th brigade of naval aviation from Novofedorovka (Crimea) on the "mainland" Ukraine decisive action as a result of marine pilots from the Crimea was removed almost all the equipment of the 10th Brigade - 5 planes and 20 helicopters (left four aircraft Be-12 and one Mi-8VzPU) .

Concluding, we can say that domestic professional periodicals in terms of coverage of the participation of aviation in the ATO is quite modest. Traced decreased interest in events in Ukraine against the background of a significant increase in the number of publications on the use of aviation in the conflict in the Middle East, especially Iraq and Syria.

References

1. Котлобовский А. Невозможная война / А. Котлобовский, Р. Мараев // *Авиация и время*. – 2014. – No 2. – С. 1, 22–23.
2. Котлобовский А. «Беспилотники» над пылающим Востоком / А. Котлобовский // *Авиация и время*. – 2014. – No 4. – С. 3, 24.
3. Мараев Р. Украинская армейская авиация на Донбассе / Р.Мараев, В.Пистрюга // *Авиация и время*. – 2014. – No 5. – С. 28–30.
4. Мараев Р. Потери армейской авиации в ходе АТО / Р. Мараев // *Авиация и время*. – 2014. – No 5. – С. 31.
5. Морозов В. Авиация в боевых действиях на Юго- Востоке Украины / В.Морозов // *Авиация и космонавтика*. – 2014. – No 10. – С. 34–42.1
6. Trendafilovski V. Ukraïnskie Su-24 nad Donbasem / V. Trendafilovski // *Lotnictwo*. – 2015. – Nr. 9. – S. 24–33. 14.

*В.С. Самарська, Х. О. Ісайчикова
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Роль мобільних інформаційних технологій в процесах документообігу авіапідприємств

У даній статті розглядаються актуальне питання, щодо удосконалення інформаційних технологій документообігу. Запропоновано програмне забезпечення електронних пристроїв, для швидкої та безпечної обробки інформації, з можливістю безперервного доступу здатним задовольнити потреби в сфері повітряного транспорту.

Сучасні досягнення в галузі комп'ютерних та інформаційних технологій дають можливість удосконалити процес обробки та передачі даних з використанням електронних девайсів в авіаційній галузі.

Документаційне забезпечення діяльності авіатранспортного підприємства завжди відрізнялося величезними обсягами документації, до якого пред'являються дуже жорсткі вимоги щодо повноти, достовірності і актуальності.

Здійснення координації взаємодії, інформаційного обміну, створення і використання єдиних баз даних є необхідною умовою забезпечення якості та скорочення термінів обробки даних. Сучасні комп'ютерні та комунікаційні засоби створюють технічну основу для об'єднання організацій, залучених до дослідження і проектування в єдине інформаційне середовище, створення інтегрованої системи підтримки комплексних досліджень і розробок, якими займається компанія «Thales». Вона є єдиною в світі організацією з потужністю, здатної задовольнити потреби в сфері повітряного транспорту.

Компанія займається розвитком ІТ в цивільній авіації, надаючи можливість оптимізувати програмне забезпечення електронних пристроїв для швидкої та безпечної обробки інформації.

Однією з особливостей документаційного забезпечення польотів на авіатранспортних підприємствах є великий обсяг багаторівневої документації, зазвичай носить назву "Загальний регламент", яку потрібно підтримувати в актуальному стані, невиконання чого може привести до самих сумних наслідків.

Процес управління такою документацією багато в чому схожий з першою з розглянутих вище процедур за винятком елементів контролю виконання доручень. В даному випадку основними споживачами документації є технічний персонал і льотний склад авіатранспортного підприємства.

«Avii FlightDeck» є новою технологією обміну інформацією, яке підтримує будь-який сучасний електронний носій. Завдяки якому процес обробки інформації та передачі даних відбувається з мінімальним використанням часу та не потребує додаткових зусиль. За словами Thales, технологія основана на голосовому управлінні та з'явиться в нових літаках в найближчі 5-7 років.

У широкому сенсі застосування даної технології дає можливість підключення до Всесвітньої павутини об'єктів і пристроїв, які зазвичай не мають відношення до комунікації. В рамках авіатранспортної галузі йдеться про комунікацію наземних об'єктів (аеропортів, авіакомпаній) з повітряними суднами, що дозволяє збирати й аналізувати інформацію, використовуючи сучасні інформаційні технології. Крім того, дана технологія забезпечує надійний рівень захисту каналу передачі даних, його достовірність, збереження та конфіденційність.

Досвід однієї з найбільших сучасних авіакомпаній США United Airlines щодо відмови від паперових версій льотних інструкцій та заміні їх на електронні, розміщені в пам'яті планшетного комп'ютера, привів до наступних результатів. Сучасні повітряні судна будуть забезпечені новими мобільними пристроями, що значно полегшить їхню роботу. Детальна схема програмного забезпечення «Avii FlightDeck» представлена на рис.1.



Рис. 1. Програмне забезпечення «Avii FlightDeck»

Прогнозовані цифри: одна політна інструкція важила близько 17 кг (проти 0,7 кг ваги планшета) і займала приблизно 12 000 аркушів тексту і графічної інформації, яка мала також навігаційні карти і інші відомості про різні аеропорти Сполучених Штатів і всього світу, куди авіакомпанія здійснює рейси. Навіть на такому простому прикладі очевидна доцільність даних дій з боку керівництва авіатранспортного підприємства. Крім того, на пристрої будуть встановлені пакети програмного забезпечення «Avii FlightDeck», розроблені компанією, що здійснює розробку та обслуговування професійних навігаційних рішень.

Аналогічним шляхом пішла інша авіакомпанія - Alaska Airways, яка також замінила паперові версії польотних інструкцій електронними аналогами, розміщеними в пам'яті планшетних комп'ютерів.

Працівники таким чином отримують безпосередній доступ до інформації стосовно рейсу, що включає такі дані, як пункти відправлення та призначення, списки спільно подорожуючих осіб, соціальний статус пасажирів, а також відомості про їх переваги в їжі і необхідному медичному обслуговуванні, яке може знадобитися в непередбаченій ситуації під час перельоту того чи іншого пасажиру.

Важливо, що екіпаж отримає можливість в режимі реального часу, ще до вильоту літака отримувати необхідну інформацію від наземного персоналу. До впровадження планшетів часто екстрена інформація передавалася екіпажу вже під час польоту, коли зробити що-небудь було вже важко. Крім цього, як і в попередніх прикладах, мобільне рішення істотно скоротило обсяг "паперової" роботи. Раніше перед кожним вильотом персонал отримував довгі списки зареєстрованих і тих, що пройшли контроль. Тепер же весь процес зводиться до оновлення статусів пасажирів на екрані, що економитиме час персоналу, знизить навантаження на нього і значно зменшить ймовірність помилок, що залежать від людського фактора.

Висновки

Отже, проаналізувавши дану систему документообігу можливо стверджувати, що мобільні інформаційні технології є необхідною сучасною вимогою в ефективному використанні діяльності авіапідприємства.

Використання «Avii FlightDeck» забезпечить новий, помітно вищий рівень ефективності управління авіапідприємством, при цьому дозволяє значно економити час, надаючи безперервну підтримку обміну інформації. Застосування даного програмного забезпечення суттєво змінить уявлення про інформаційні технології в авіаційній галузі.

Список літератури

1. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.thalesgroup.com>.
2. Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.sita.aero>.
3. Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/doc/flightpath2050.pdf>.

The impact of low cost carriers on domestic air passenger market in Turkey

Low cost carriers as know LCCs started operation after liberalization 2003 in Turkey and change the nature of the industry as seen another part of the world. LCCs in Turkey gave service millions of passenger as cheap as surface transportation price. As seen before US, EU and Asia traditional carrier started competition with LCCs in Turkey. Turkish domestic air passenger traffic mostly rely only one carriers before 2003. But after these date LCCs entered the domestic routes and the number of passenger up from 9 to 102 million in 2016. More than 50% of domestic routes now under control of LCCs in Turkey in 2016.

Introduction

LCCs change the nature of the industry which the market they started services. LCCs has different business model than traditional carrier. They use one type of aircraft (B737 or A320 families), no free luggage, no free catering service during flight, use internet widely for reservation, high aircraft daily utilization, one class of cabin, use cheap or secondary airports, try to marketing hotels and rent car accordingly their web sites, no free seat choosing, etc. LCCs make charge all other than flight service. This business model was first in USA other rest of the world followed by many carriers. And now became the growth engine for the industry.

Turkish air transportation industry started in 1933 and limited growth until 1980s. Up to this dates the state carrier-THY have the almost all the market share. The Rule No: 2920 change the nature of the industry after these dates' private enterprises had ability to operate airports and airline companies. Especially charter airline build up and started operation between Western Europe and Turkey. The year 2003 the government liberalization the domestic routes and these charter airlines started domestic routes, some of them like Pegasus change business model charter airlines to LCC, some airlines like Atlasglobal change business model to charter to traditional carriers.

After 2003 the number of domestic passenger growth more than 10% each year up to 2016. The number of domestic passenger reached 102 million from just 9 million from 2003. This massive growth because of the competition of airlines and the LCCs competitive pricing policies. Private carriers like Fyair, Onurair, Atlasglobal prices were around 50% less than when THY.

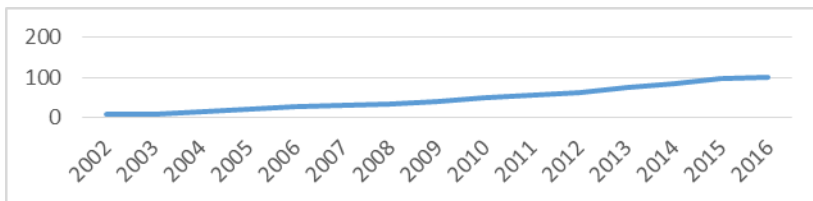


Figure 1. Number of Domestic Passenger in Turkey 2002-2016

Source: www.dhmi.gov.tr

LCCs in Turkey

Turkish air transportation industry could be examine three stage first stage. After foundation of Turkish Republic in 1923 limited air service in domestic routes. Up to 1980's THY dominated the domestic market. Air transportation Law No: 1920 give permission to establish airline and operate airport for private enterprises in Turkey. After these date some airlines founded and started making charter service between especially European States and Turkey. And year 2003 liberalized all domestic passenger market in Turkey and competition started.

Some established carriers up to market condition changed the business models. The first LCCs in Turkey was Pegasus Airlines. Pegasus started low cost flight in 2005. The Lufthansa and THY joint venture company started Izmir and Antalya base domestic flights in 2006. Later THY founded own LCCs name is Anadolujet in 2008 which base in Ankara and S.Gokcen. Sunexpress called as a low-cost carrier in this study even they have charter and scheduled flight from Europe to Turkey, Sunexpress offer low cost carriers business model from two cities in Turkey for THY.

Pegasus

Founded 1990 as a charter airlines and after change the owner in 2005 started low-cost flights. The airline was used B737 type of aircraft first, later give Airbus A320 series order about 100 aircraft. The hub is Istanbul second airport Sabiha Gokcen, and has some flights from Ankara and İzmir base. The route map of Pegasus flights seen Map1.



Map 1. Pegasus flight map

Source: <https://cdn.flypgs.com/files>

Anadolujet

Anadolujet founded in 2008 with 5 aircraft as a subsidiary of THY. The aimed of THY connect Anatolia with Capital of Turkey with cheap price. Later Anadolujet started low cost flights from S.Gökçen second airport of Istanbul. Anadolujet use aircraft of Sunexpress with wet lease agreement for their operations.

Sunexpress

Sunexpress was launched in 1989, joint venture with THY and Lufthansa in Antalya. The yield was around 1 billion Euro in 2016. Sunexpress making both charter and scheduled flight operations between Western Europe mostly Germany to Turkey. Even the main business model is leisure travel, starting flight domestic routes (with low fares) from base Antalya and Izmir since 2006. And now it is biggest flight network from these two cities. The market share was 36% in Antalya and 76% in Izmir in 2016. 22 of aircraft used by Anadolujet under wet lease agreement in 2016. (<http://www.airporthaber.com>)



Map 2. Sunexpress flight map

Source: <http://www.sunexpress.com/images/>

Table 1. Low-cost carriers in Turkey

	Pegasus	Anadolujet	Sunexpress
Hub	S. Gokcen	Ankara- S. Gokcen	Izmir-Antalya
Number of routes	32	37-26	13-10
Pas. (mil)	24.0	22.0	4.4
Num. Plane	78	34	70
Plane type	B737, A320	B737	B737, A330
%Domestic	28	22	7

Source: related web sites from the author. *2014 datas.

LCCs carried more than 50 million passengers in 2016. And the market share of LCCs 57% in domestic routes in 2014. Pegasus operates both domestic and international routes. Anadolujet operates domestic routes only. Sunexpress operates international charter and scheduled and domestic routes.

Impact of Domestic Market in Turkey

Discount air ticket fares: The most important impact of LCCs Turkish domestic market was discount the market price more than 50%. The one way air ticket prices was 150 TL at traditional carrier (THY), this price was around 69 TL LCCs (Flyair, Pegasus, etc.) After ten years later, the air ticket prices and the share of all domestic air tickets data in 2015 is below. 41% of air ticket fares is below 100 TL (30 usd) in 2015.

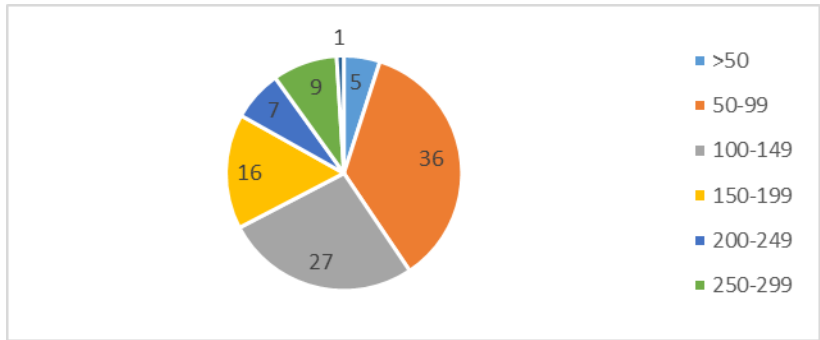


Figure 2. Domestic air fares in 2015

Source: <http://web.shgm.gov.tr>

Increase demand for air travel: Because of low air ticket fares, people started use air transportation and the demand for air transportation up each year until 2003.

Change the share of the transportation mode: The share of air transportation was only 1% to 10% during this period, because of low fares from LCCs.

Price competition started: The Turkish air transportation industry met the price competition first time after first transportation made in 1933.

The airports became used for public: Before LCCs entered the domestic market most airport utilization very low level and the airport revenues relatively low. But after LCCs entered airports revenues increased remarkably.

Domestic tourism boomed: Because of long travel time for rail and road transportation, and expensive and limited air transportation services, domestic tourism is limited size before LCCs in Turkey. After low fares the domestic tourist number and hotels number increased.

New city pairs and routes opened: Number of airports from 26 to 55, number of airplane from 162 to 489, new point to point (hub bypass) routes opened. Before LCCs flights from 2 hubs to 26 points, after LCCs this number was 7 hubs to 55 points. (<http://www.udhb.gov.tr>)

The Small and Medium enterprises growth: LCCs give opportunity for small and medium enterprises which is very important for national workforce. This kind of enterprises like car rental company, hotels owner or restaurant which is related with tourism also growth that period.

The reduced prices made traditional carrier to make something more and THY create Anadolujet and later used Sunexpress for competition for LCCs.

Conclusion

After enter domestic market LCCs became the popular player of the air transportation market and enlarge the market and gave millions of passenger. LCCs change the nature of the industry like all over the world in Turkey and people met competition and reliable price in air transportation industry.

References

1. <http://www.udhb.gov.tr/images/faaliyet/a5ec26a31a72281.pdf>, accessed on February 21, 2017.
2. http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015_faaliyet_raporu_29.02.2016.pdf, accessed on February 21, 2017.
3. https://cdn.flypgs.com/files/ucusharitasi/merged_flight_map.pdf,
4. <http://www.sunexpress.com/images/stories/pdfs/flights-timetable2017/161104-sxs-flights-timetable2017.pdf>,
5. <http://www.airporthaber.com/sunexpress-haberleri/sunexpress-2017den-umutlu.html>, accessed on February 21, 2017.
6. https://cdn.flypgs.com/files/ucusharitasi/merged_flight_map.pdf, accessed on February 22, 2017.

Б.І. Долінце
(ДП "Міжнародний аеропорт "Бориспіль", Україна)

Кластерний підхід для розвитку авіабудівної галузі в Україні

Ми є однією з не багатьох країн, що мають технології та необхідну інфраструктуру для проектування, виробництва та здійснення кінцевої збірки літаків. Незважаючи на наявність всіх необхідних складових для розвитку авіабудування, за останні 7 років на потужностях авіапідприємства "Антонов", було випущено лише 16 літаків.

Розвитку авіабудування та нарощення виробництва авіаційної техніки – це тривалий, складний та дорого вартісний процес, що вимагає комплексних рішень та участі в процесі великої кількості підприємств.

Відповідно до основ теорії Майкла Портера, кластер – це група географічно сусідніх взаємозв'язаних компаній (постачальники, виробники та ін.) і зв'язаних з ними організацій (освітні організації, органи державного управління, інфраструктурні компанії), які функціонують у певній сфері і взаємодоповнюють один одного [1].

В кризовий або після кризовий період розвитку економіки країни стає особливо актуальним питання розробки стратегії сталого економічного розвитку відповідних регіонів. У випадку України, кластерний підхід має всі необхідні складові для того аби стати рушієм розвитку економіки різних регіонів та галузей.

Відповідні кроки вже робляться в країнах Європейського союзу (рис. 1), де кластерні стратегії розглядаються як найважливіший інструмент інноваційного розвитку цього регіону та його конкурентної спроможності на світовому ринку [2].

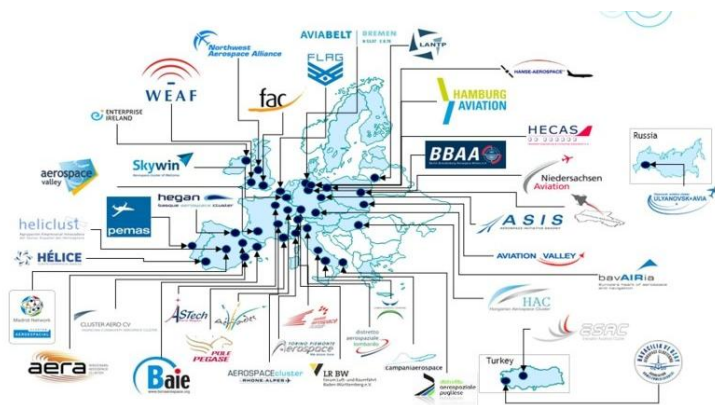


Рис. 1. Карта членів Європейської аерокосмічного кластерного партнерства

На сьогодні, кластери є однією з найефективніших форм організації інноваційного розвитку економічних регіонів. Вони дозволяють трансформувати економічну модель регіону, відповідно до якої на ринку конкурують вже не окремі підприємства, а цілі комплекси, які скорочують свої витрати завдяки спільній технологічній кооперації компаній [3].

Серед них і один з потужних європейських авіаційних кластерів - Hamburg Aviation. Компанії, університети, асоціації, місцева влада та інші партнери зібралися разом, щоб утворити в 2001 році кластер Hamburg Aviation. Він став візитівкою міста, що на весь світ зробила його авіаційною столицею.

Даний авіаційний кластер утворився навколо трьох основних компаній (Airbus, Lufthansa Technik and Airport Hamburg) та об'єднав близько 300 компаній. До нього також входять ряд дослідницьких і навчальних інститутів. Кожен з них вносить свій внесок ноу-хау та досвід. В цілому, понад 40000 висококваліфікованих фахівців тут працюють для майбутнього авіації [4].

Їх основні компетенції охоплюють весь життєвий цикл літака, від проектування, виготовлення і оснащення, до глобальної системи повітряного транспорту, технічного обслуговування, ремонту і капітального ремонту, і, нарешті, на переробку. Все це разом робить Гамбург третім за величиною авіаційним центром в світі.

Цікавий досвід створення авіаційного кластеру демонструє і сусідня Польща. Так, ще в 2003 році поляки утворили кластер Aviation Valley із 18 компаній. На сьогодні, це вже значний центр авіабудування, що об'єднує більше 125 компаній та 23 тисячі фахівців (рис. 2). Вони продовжують рухатися в напрямку трансформації свого регіону в один із лідируючих європейських аерокосмічних центрів [5].

Об'єднання в кластер дозволило їм піти шляхом консолідації зусиль і ресурсів для створення конкурентного аерокосмічного продукту на світовому ринку. Замість того, аби конкурувати між собою, вони переорієнтувалися на боротьбу за світовий ринок. Разом з тим, почали з'являтися нові інвестиційні проекти навколо даного центру та стимулюють розвиток його інфраструктури.



Рис. 2. Авіабудівний кластер Aviation Valley в Польщі

Науково-дослідні роботи є дуже дорогим, тому спільне інвестування в нові технології робить всі підприємства кластеру інноваційними, а їх продукцію більш привабливою. Навколо цього виникли нові профільні видання що стали драйвером просування та популяризації регіону і його продукції, а потужне географічне об'єднання підприємств стало візитівкою регіону.

В місті Києві та навколо його ми маємо ряд підприємств і організацій, що можуть бути покладені в основу для створення київського авіаційного кластеру:

- Виробничі потужності авіаційного заводу "Антонов", 410 авіаційний завод приватних виробників малих літаків.
- Льотна-випробувальна база в м. Гостомелі.
- Два міжнародні аеропорти чотири великих аеродроми.
- Базовий авіаперевізник (МАУ) та десятки українських і закордонних авіакомпаній.
- Профільні освітні і науково-дослідницькі установи (Національний авіаційний університет, Київський політехнічний інститут, Державний науково-дослідний інститут авіації, НДІ Украеропроект та інші).
- Інститут ІКАО, навчальні центри з підготовки пілотів та бортпровідників.
- Асоціації, спеціалізовані виставки та профільні державні відомства в сфері авіації.

Таким чином, оцінюючи наявну авіаційну інфраструктуру можна відзначити, що навколо м. Києва існує необхідна інфраструктура та необхідні ресурси для утворення авіаційного кластеру.

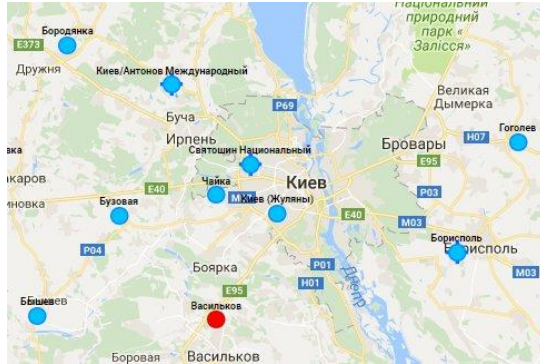


Рис. 1. Карта аеродромів київського регіону

Об'єднання з таких учасників дозволяє створити потужний авіаційний кластер. Який дозволить знизити собівартість продукції, нарощувати інновації в авіаційній продукції, посилювати співпрацю і відносини його членів, що в кінцевому результаті призведе до підвищення конкурентноздатності на світовому ринку всіх компаній, що беруть участь в проєкті. А успіх розвитку кластеру стане як “магніт” для залучення інвестування.

Це дозволить забезпечити інтеграцію освітньої системи у виробництво, залучення нових інвесторів, налагодження зв'язків із науковими та освітніми установами, залучення влади для підтримки розвитку аерокосмічної сфери, налагодження зв'язків з іншими європейськими центрами аерокосмічної галузі.

Крім того, в аерокосмічній галузі значний потенціал для побудови економіки за кластерним принципом мають також Харківський та Дніпровський регіони.

Таким чином, на сьогоднішній день застосування кластерного підходу має стати поштовхом для відродження вітчизняного авіабудування, підвищення ефективності інноваційного розвитку регіону, досягнення високого рівня економічного розвитку та конкурентоспроможності на світовому ринку.

Об'єднання потужних гравців в кластер, як авіабудівний завод, потужний аеропорт хаб та провідний авіаційний навчальний заклад, можуть об'єднати навколо своєї орбіти сотні супутніх підприємств та стати локомотивом економіки регіону.

References

1. Porter, M., “Clusters and the New Economics of Competition”, Harvard Business Review, November–December 1998
2. www.eacp-aero.eu
3. Maggioni, M., “Clustering Dynamics and the Location of High-Tech Firms”, University of Warwick, 1999; Physica-Verlag, 2002
4. <http://www.hamburg-aviation.de>
5. <http://www.dolinalotnicza.pl>
6. <http://maps.aopa.ru>

**Бізнес-план як сучасний напрям управління стратегічним розвитком
авіакомпаній України**

Стаття присвячена проблемам забезпечення ефективності комерційної діяльності авіаційних підприємств України у довгостроковій перспективі. Особливу увагу приділено бізнес-плануванню як елементу комплексного управління стратегічним розвитком суб'єктів цивільної авіації в умовах динамічного розвитку конкуренції та міжнародних ринкових відносин.

У сучасних умовах посилення міжконтинентальної інтеграції господарюючих суб'єктів цивільної авіації набуває актуальності питання посилення конкуренції на міжнародному ринку авіаційних послуг та перевезень. Досвід останніх років свідчить, що далеко не всі вітчизняні авіакомпанії здатні вести конкурентну боротьбу та визначати комплексно перспективи розвитку. У глобальному масштабі лише деякі авіакомпанії України можуть у певній мірі мати конкурентні переваги, однак більшості компаній такі умови функціонування неприйнятні через відсутність практики застосування комплексного інструментарію стратегічного моделювання бізнес-процесів та розробки магістральних напрямків управління ними.

Генералізуючим аспектом визначених проблем вітчизняних авіакомпаній є невміння адаптуватись до вимог міжнародного авіаційного ринку, а саме, у відсутності чіткого механізму планування та управління перспективним розвитком у комплексному форматі – бізнес-плані, який буде використовуватись як інструментарій планових та управлінських дій.

Такі недоліки призводять до відсутності у авіакомпанії чіткої магістралі діяльності у майбутньому, неможливості раціонального використання наявних ресурсів, оцінки потенційних можливостей щодо забезпечення вимог ринку та стабілізації рівня конкурентоспроможності.

Посилаючись на вищевикладене, вважаємо за доцільне присвятити наше дослідження проблемі впровадження суб'єктами цивільної авіації України механізмів бізнес-планування комерційної діяльності як засобу ефективного управління стратегічним розвитком.

В сучасній економічній науці немає єдиного підходу до визначення суті поняття «бізнес-планування діяльності підприємства як напрямку стратегічного управління». Дослідники англо-американської економічної школи, а саме Альберт М. [7, с.76], Ансофф І. [3, с.35], Друкер П. [6, с.113], Мескон М. Х. [7, с.85], Хедоурі Ф. [7, с.44] розглядають процес стратегічного планування як здійснення сукупності систематизованих і взаємоузгоджених робіт з визначення довготермінових цілей та напрямків діяльності підприємства. Тобто процес стратегічного планування визначається як

генеральна комплексна програма дій, що визначає пріоритетні для підприємства проблеми, його місію, головні цілі та розподіл ресурсів для досягнення таких цілей. Ми вважаємо, що дослідники сприймають стратегічне планування лише як довгостроковий план дій не враховуючи управлінського компоненту.

Однак, незважаючи на вимоги практики, аспекти застосування бізнес-планування як елементу управління стратегічним розвитком є запозиченими та чітко не визначеними й не адаптованими до умов діяльності авіакомпаній України, що актуалізує сутність досліджуваної нами проблеми у межах питання застосування бізнес-планування як комплексного елементу управління комерційною діяльністю підприємств цивільної авіації.

Нами конкретизовано, що на аспекти управління плановою та стратегічною діяльністю на підприємствах цивільної авіації з метою забезпечення конкурентоспроможності, підвищення якості послуг, розширення географії польотів, оновлення парку повітряних суден та подолання дефіциту коштів звертали увагу вітчизняні та зарубіжні економісти Агафонова Л.Г. [1, с.49], Алексєєва М.М. [2, с.226], Пересада А.А. [8, с.205], Покропивний С.Ф. [5, с.111, 244], Попов В.М. [4, с.77], Тарасюк Г.М. [9, с.318], Фатхутдінов Р.А. [10, с.273], Філатов О.К. [11, с.98], Шифрін М.Б. [12, с.203].

Однак у цих працях поки не вирішені проблеми системності та опрацювання питань управління стратегічним розвитком за допомогою бізнес-планування, пов'язаних з відображенням нових тенденцій у розвитку світового повітряного транспорту, врахування специфіки цих процесів у вітчизняній цивільній авіації. Вищевикладене підтверджує актуальність досліджуваної проблеми вдосконалення механізмів управління стратегічним розвитком авіакомпаній України за використанням аспектів бізнес-планування.

Становлення й розвиток ринкової системи господарювання в Україні потребують принципово нових підходів до організації управління підприємницькою діяльністю авіакомпаній, особливу увагу у цьому процесі займає управління стратегічним розвитком на базі комплексного підходу. Успішна діяльність, результати роботи та довгострокова життєздатність будь-якого підприємства залежать від безперервної послідовності логічних рішень керуючих. Кожне з цих рішень у кінцевому підсумку має економічні наслідки на діяльність підприємства. По суті процес управління будь-яким підприємством – це серія економічних рішень.

Сьогодні керівники вітчизняних авіакомпаній змушені приймати господарські рішення в умовах невизначеності наслідків таких рішень із підвищеним ризиком, тому що немає достатнього комплексного знання про поведінку споживачів, позиції конкурентів, про правильний вибір партнерів, немає надійних джерел отримання комерційної та іншої інформації. Крім того, більшість керівників вітчизняних авіапідприємств концентрують свої зусилля на вирішенні поточних завдань, оперативному рівні управління і, відповідно, на короткостроковому горизонті планування.

Підприємство без ясної та ефективної стратегії розвитку - це не бізнес, а набір активів, обтяжених зобов'язаннями. Ми вважаємо, що вітчизняні авіакомпанії для того щоб не тільки вижити, але і посилити свої конкурентні

позиції на світовому ринку, повинні застосовувати стратегічне планування у комплексному форматі.

На жаль, багато, особливо починаючих, підприємців авіаційної галузі схильні недооцінювати роль внутрішньофірмового планування взагалі і підготовки обґрунтованого бізнес-плану зокрема. При цьому вони покладаються на власну інтуїцію і досвід, встановлені неформальні зв'язки в ділових колах, ринкові перспективи, які здаються гарними, й інші обставини. І багато хто з них зазнають серйозних ускладнень при спробі чітко й у визначеній системі викласти своє бачення бізнесу, так же й з обґрунтуванням економічних і фінансових показників.

Ми розглядаємо планування діяльності авіаційного підприємства як процес формування цілей, визначення пріоритетів, засобів і методів їх досягнення на основі знань про закономірності функціонування різних господарських систем і обліку можливих змін умов господарювання. На нашу думку, планування — це функція управління, що включає наступний комплекс робіт: аналіз ситуацій і факторів зовнішнього середовища; прогнозування, оцінка й оптимізація альтернативних варіантів досягнення цілей, сформульованих на стадії стратегічного розвитку; розробка плану; реалізація плану, контроль та коригування його реалізації.

Реалізувавши себе як частину управлінської діяльності, планування повинно дати чіткі орієнтири для працівників і підрозділів, тобто процес планової діяльності мусить завершитися складанням документу у якому інтегрувався комплекс напрямків щодо розвитку підприємства – фінансові, ресурсні, організаційно-технологічні, інвестиційні, маркетингові та інші аспекти стратегічного розвитку авіакомпаній. Таким документом є *бізнес-план*.

Бізнес-план — це типове (уніфіковане) проектне рішення на досить віддалену перспективу (5, 10 і більше років), у якому дається науково обґрунтована оцінка можливих на даному сегменті ринку кінцевих цільових економічних, фінансових та інших результатів (трудових, виробничих, соціальних, екологічних) діяльності авіапідприємства, що базуються на реальному виробничому, інвестиційному, матеріально-технічному, організаційному і логістичному забезпеченні.

Складнощами застосування бізнес-планування як комплексного інструментарію управління стратегічним розвитком, на нашу думку, є адаптація елементів бізнес-планування саме до специфіки авіаційної галузі. Крім того, недостатність рівня економічних знань й професійного персоналу щодо використання бізнес-плану на авіапідприємствах є суттєвою проблемою сьогодення. Використання окремих епізодичних аспектів щодо фінансового планування або маркетингової концепції не надають можливості вітчизняним авіакомпаніям підійти до магістралі перспективного розвитку комплексно, а отже й управління не має чіткої координації.

Бізнес-план авіапідприємства за класичною структурою містить наступні розділи: характеристика галузі, авіакомпанії (проекту), послуг, робіт; маркетингове дослідження; аналіз та оцінку фінансово-економічного стану авіакомпанії; маркетинговий план діяльності авіакомпанії; організаційний план діяльності авіакомпанії; виробничо-технологічний план діяльності

авіакомпанії; інвестиційний план; фінансовий план; оцінка ризиків та страхування.

Ми вважаємо, що розробка бізнес-плану у вище представленій комплексній структурі дає можливість чітко проаналізувати усі напрямки та аспекти діяльності авіакомпаній, оцінити ресурсний потенціал, загрози та перспективи, нейтралізувати або звести до мінімуму слабкі сторони та ризики, а отже й ефективно управляти процесом стратегічного розвитку.

Розробка та реалізація бізнес-плану є процесом зворотнім, оскільки існує необхідність постійного контролю й координації стадій впровадження й комплексний підхід, а тому, усі аспекти діяльності та ресурсного забезпечення функціонуватимуть як єдиний механізм, окремі елементи якого знаходиться у логічному поєднанні на досягнення мети авіакомпанії.

На нашу думку бізнес-план виконує основні завдання стратегічного планування, але в більш глобальному елементарному виконанні, що дозволить вітчизняним авіакомпаніям забезпечити конкурентоспроможність у віддаленій перспективі та вчасно адаптуватись до швидкоплинних змін зовнішнього середовища.

Отже, посиляючись на вищевикладене, можемо констатувати, що бізнес-планування, як метод управління стратегічним розвитком вітчизняних авіапідприємств дозволяє комплексно: об'єктивно оцінити сучасний стан авіакомпанії на підставі характеристик видів діяльності, виробничого потенціалу, всебічного аналізу комерційних і якісних показників за ретроспективний період; провести маркетингові дослідження, здійснити прогнозування і обґрунтування обсягів робіт з урахуванням стану конкурентного середовища; обґрунтувати використовувані у розрахунках попередні витрати (поточних і капітальних) і прибуткові надходження (цін, тарифів, зборів, ставок, курсу валют та ін.); обґрунтувати технічних можливості, економічну доцільність, фінансове і правове забезпечення робіт за характером перевезень (регулярних, нерегулярних), їх види (внутрішні, міжнародні), транспортні польоти, застосування авіації у народному господарстві (ЗАНГ), якість авіаційних послуг, рівень безпеки польотів і екологічну безпеку.

Таким чином, застосування елементів бізнес-планування задля управління стратегічним розвитком вітчизняних авіакомпаній являє собою унікальну сукупність інтеграційного процесу планування та стратегічного управління здійснювана перш за все за допомогою реалізації комплексного підходу безпосереднім об'єктом якого є вся комерційна діяльність авіапідприємства в цілому у довгостроковому періоді.

Отже, виходячи з вищевикладеного бізнес-план дозволяє забезпечити комплексну інтегровану діяльність щодо перспективного розвитку авіакомпаній на вітчизняному та міжнародному рівнях із забезпеченням конкурентоспроможності, крім того реалізація зазначеного документу є аспектом стратегічного управління, який дозволить контролювати й координувати усі аспекти діяльності суб'єктів цивільної авіації.

Проведений автором аналіз літературних джерел дозволив конкретизувати, що проблема системності та опрацювання питань управління стратегічним розвитком вітчизняних авіакомпаній з використанням бізнес-плану, пов'язаних

з відображенням нових тенденцій у розвитку світового повітряного транспорту досліджена недостатньо й не відповідає запиту практики сучасної світової авіації.

Вищевикладене підтверджує актуальність досліджуваної проблеми вдосконалення механізмів управління стратегічним розвитком на комплексному рівні із використанням аспектів бізнес-планування. У дослідженні пропонуються шляхи застосування елементів бізнес-планування як комплексного механізму управління стратегічним розвитком авіапідприємств України та розробці практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності комерційної діяльності авіакомпаній України в сучасних умовах.

Подальші напрямки дослідження полягають у визначенні методів адаптації показників ймовірності банкрутства у бізнес-плануванні як інструментарію антикризового управління авіапідприємствами цивільної авіації України.

Список літератури

1. Агафонова Л.Г. Підготовка бізнес плану : практикум / Л.Г. Агафонова, О.В. Рога. – К. : «Знання», 2015. – 158с.
2. Алексеева М.М. Планування діяльності фірми : навч.-метод. посіб. / М.М. Алексеева - К.: Фінанси і статистика, 2016. – 248с.
3. Ансофф І. Стратегічне управління / І. Ансофф, - М. : Економіка, 2015. - 519с.
4. Бізнес-план : Вітчизняний і зарубіжний досвід : Сучасна практика і документація / За заг. ред. В.М. Попова. – Х. : Мрія, 2015. – 264с.
5. Бізнес-план : технологія розробки та обґрунтування : навч. посіб. – Вид. 2-ге, доп./ С.Ф. Покропивний, С.М. Соболев, Г.О. Швиденко, О.Г. Дерев'яноко. – К.: Київ. нац. екон. ун-т, 2016. – 379с.
6. Друкер Петер. Як забезпечити успіх у бізнесі : новаторство і підприємництво / Петер Друкер. // пер. з англ. - К. : Україна, 2015. – 241 с.
7. Мескон М. Основи менеджменту / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоурі // пер. з англ. – Х. : «Справа», 2015. – 702с.
8. Пересада А.А. Управління інвестиційним процесом / А.А. Пересада. – К. : Лібра, 2015. – 471с.
9. Тарасюк Г.М. Бізнес-план: розробка, обґрунтування та аналіз : навч. посіб. для студ. ВНЗ / Г.М. Тарасюк. – Житомир : Житомир. держ. технол. ун-т, 2016. – 419с.
10. Фатхутдінов Р.А. Стратегічний менеджмент : підруч. / Р.А. Фатхутдінов. - С. : КНОРУС, 2015. – 448с.
11. Філатов О.К. Планування, фінанси, управління на підприємстві : практ. посіб. / О.К. Філатов, Л.А. Козловський, Т.М. Цветкова. – К. : Фінанси і статистика, 2015. – 384с.
12. Шифрін М.Б. Стратегічний менеджмент : навч. посіб. / М.Б. Шифрін. – К. : Мрія., 2016. – 240с.

A. Fatun
Supervisor: T. Ostapenko, Ph.D.
(National Aviation University, Ukraine)

Reengineering in the contemporary globalization business process

The article says about management indicates the existence of two principles of management, functional and process. There are proposed the following methodology for conducting reengineering, the study of current conditions, analysis and concept redesign, working project, the implementation of the project, analysis and correction of changes as the final stage.

In the conditions of economic instability that need to look for ways to revise and change existing business processes, as well as significant spending cuts in all areas of international activities of the enterprise. Modern technology businesses are characterized by high dynamics associated with the ever-changing needs of the market orientation of production of goods and services to the individual needs of the customers and clients, continuous improvement of the technical capabilities and increasing competition. In such circumstances, in the management of international enterprises, there is a shift of emphasis from the management of individual resources for the organization of dynamic business processes.

The challenges of implementing methods and approaches of business process reengineering in international companies find their illumination in the writings of scholars such as: Hammer. D. Harrington, K. Essensa. John. Ciampi. S. Bai, V. Ivlev, S. Lemanov. T. Popova. S. Rubtsov. V. Repin. V. Simakov, N. Firsov, L. Fedulova, S. Yakovenko and others In the works of these scholars have studied and analyzed various aspects of the development process and implementation of the projects of reengineering of business processes.

Modern management indicates the existence of two principles of management, functional and process. All the rest are just combined and the ways for their implementation. The essence of functional management lies in the control over the execution of their functions and clear performance by employees of instructions of the expert. The most important parameter for the efficiency in this case acts as the professional qualifications of the leader as he distributes the sphere of activities among subordinates. An alternative to functional management is determined by the "process management" or "process management", which is based on the famous "management by objectives" by Peter Drucker [2]. Process management differs from functional that stands out the concept of "business process" as a sequence of actions, directed on achievement of ultimate measurable specific result.

The founder of the theory of reengineering believe M. Hamer, who together with John. Camp published the book "re-engineering corporations and a Manifesto for a business revolution". The authors define reengineering as "the fundamental rethinking and radical change of decisions regarding operational processes to achieve dramatic improvements in critical measures of performance such as cost, product quality, and the like" [4, p.349].

Reengineering is the most effective innovation in business management that based on the fact that the development of new technological processes must be new rules that meet the requirements of the time. For this widely used information technology, resulting in a significant increase in production productivity, quality, easier control of expenditures [1, p.119].

Reengineering is a very cumbersome and complicated process. That the process was "excellent" and produced good results, it is necessary gradually to simulate. L.M. Taranyuk and A.M. Zaporozhchenko have proposed the following methodology for conducting reengineering [3, p. 125]:

1. Preparation of the project:
 - ✓ determining the necessity and priority of the project;
 - ✓ sets the goals for the process;
 - ✓ subjective views on the quality of processes;
 - ✓ what are the options;
 - ✓ scope of project proposals;
 - ✓ how the project will be implemented;
 - ✓ the political situation.
2. The study of current conditions (business processes), in which now is the company:
 - ✓ determination of competitive positions. 5 YUT-analysis;
 - ✓ collect the necessary industrial, economic, financial, labor, social, characteristics, performance characteristics and efficiency of enterprise activity;
 - ✓ collect data on critical success factors of the project;
 - ✓ identify competition in the market;
 - ✓ analysis of the environment.
3. Analysis and concept redesign (ideally, in General terms, as we want the process to work):
 - ✓ preparation of proposals for re-engineering;
 - ✓ identify the needs of consumers;
 - ✓ justification of the feasibility of certain organizational changes that focus on customer satisfaction;
 - ✓ identify the factors that can be obstacle to the implementation of re-engineering;
 - ✓ the calculation is possible and expected results based on the first and second stages;
 - ✓ identification of risks.
4. Working project (project work):
 - ✓ identify resources and needs;
 - ✓ budgeting of the project;
 - ✓ development of several models for the future operation of the business, relying on specific data;
 - ✓ feasibility (cash flow) the new process (sales and operation expenses);
 - ✓ identifying how to work the process in dynamic conditions;
 - ✓ based on the analysis of the 3rd and 4th stages are determined by

- deficiencies in input, process and output;
 - ✓ measurement and control of the specified systems;
 - ✓ the definition of innovation and investors for each of the proposed model.
5. The implementation of the project (re-engineering):
- ✓ the choice of the best model and implement it at the enterprise;
 - ✓ study and analysis of the results from the implementation of the new process.
6. Analysis and correction of changes as the final stage:
- ✓ institutionalization of the project;
 - ✓ analysis of the effectiveness of the project;
 - ✓ analysis of reconstructed culture, definition of success factors or risks that directly affect the project;
 - ✓ general review of results to ensure the benefits and adoption of lessons.

Conclusions

So, the economic crisis and the dynamism of the modern business environment, which are manifested in significant changes in technologies, markets and consumer needs that affect the search of ways of increase of efficiency of production and further development of business processes of international enterprises. This problem remains relevant because no significant improvement of business processes n it is possible to produce quality products and to maintain leadership in cost, which provides competitive advantages to the enterprise.

References

- 1.Василенко В.О. Виробничий (операційний) менеджмент : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / В.О. Василенко, Т.І. Ткаченко. — К. : ЦУЛ, 2016. — 532 с.
- 2.Друкер П. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения / П. Друкер // пер. с англ. М. Котельниковой — М. : ФАИР ПРЕСС, 2015 — 288с.
- 3.Таранюк Л.М. Організаційні засади проведення реінжинірингу бізнес-процесів підприємств / Л.М. Таранюк, О.М. Запорожченко // Механізм регулювання економіки, 2013. — № 4. — с.122—131.
- 4.Чейз Ричард Б. Производственный и операционный менеджмент / Ричард Б.Чейз, Николас Дж. Эквилайн, Роберт Ф. Якобс, 8-е изд. [Пер. с англ.] — М. : Издательский дом «Вильямс», 2015. — 704 с.

*Т.А. Гармаш, аспірантка
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Зелена логістика: термінологічні аспекти

У статті зроблено спробу провести аналіз щодо трактувань поняття «зелена логістика» у зарубіжній та вітчизняній науковій літературі та визначити основні категорії її мовно-понятійного апарату.

Сучасні тенденції інтеграції і глобалізації сприяють активному розвитку підприємств, однак, нерідко, прагнення досягти успіху за будь-яку ціну спричиняють шкідливий вплив на зовнішнє середовище. Одним із можливих варіантів посилення взаємозв'язку економічного зростання з покращенням екологічної ситуації є так зване «озеленення економіки». Впровадження «зеленої» концепції передбачає застосування «зелених технологій», до яких прийнято відносити інноваційні рішення у сфері відновлювальних джерел енергії, переробки і вторинного використання матеріалів, контролю забруднення повітря, очищення стічної води, енергозбереження, захисту навколишнього середовища тощо.

Для того, щоб відповідати вимогам часу і розвитку технологій, сучасна логістика також дотримується такої важливої вимоги як «екологічність». На Заході актуальність розгляду цього питання науковцями постала разом з появою поняття «соціальна відповідальність бізнесу», які й запропонували термін «зелена логістика» (від англ. *green logistics*). Пропонуємо детальніше розглянути варіанти трактування цього феномена.

Дослідження зарубіжних та вітчизняних наукових джерел дали змогу виокремити тлумачення «зеленої логістики», на які найчастіше спираються науковці, які досліджують це питання, і зробити висновки щодо неоднозначності цих тлумачень.

Так, кolumбійські вчені дають таку характеристику цьому поняттю: «Зелена логістика описує всі спроби виміряти і мінімізувати екологічні наслідки логістичної діяльності, використовуючи баланс між економічною і логістичною ефективністю і застосовуючи при цьому передові технології і оснащення» [13].

Термін «зелена логістика», на думку П. Мерфі та його співавторів, «...виник на початку 90-х рр. XX ст. як новий метод в логістиці, який скеровує стандартні логістичні вимоги до раціональності, ефективності і швидкості обробки і руху товару, та враховує заходи щодо охорони навколишнього середовища» [10].

Д. Роджерс, Р. Тіббен-Лембке потрактовують «зелену логістику» як «...сукупність дій, спрямованих на мінімізацію екологічних наслідків логістичної діяльності» [12, с.130].

На офіційному сайті організації Green Logistics зазначається, що «в «зеленій логістиці» компанії приділяють більшу увагу зовнішнім витратам, які

пов'язані зі зміною клімату, забрудненням повітря, води і ґрунту, прагнучи досягнути стійкого балансу між економікою, зовнішнім середовищем і суспільством» [4].

Принципи «зеленої логістики» пропагує і Європейська логістична асоціація, яка щорічно проводить європейський рейтинг логістичних проектів. Наприклад, у 2012 році стартував проект Green Freight Europe (Зелений фрахт Європи), ініційований вантажоперевізниками і логістичними компаніями з метою розробки єдиних підходів до визначення факторів шкідливих викидів, порівняння екологічних параметрів різних транспортних операторів тощо [3].

Німецький дослідник Г. Куметштайнер визначає «зелену логістику» як «...цілісне перетворення логістичних стратегій, процесів і систем на підприємствах і в корпоративних мережах з метою створення екологічних і ресурсозаощадливих логістичних процесів, завдання яких полягає у зменшенні шкідливого впливу на навколишнє середовище і зниженні використання ресурсів, що не відновлюються» [9].

Дослідники Лі Яньбо, Лю Сунсянь «зелену логістику» визначають як «...новий напрям, що передбачає застосування прогресивних технологій логістики та сучасного обладнання з метою мінімізації забруднень та підвищення ефективності використання логістичних ресурсів» [8, с. 291].

Дж. Родрігу визначає «зелену» логістику як екологічно прийнятну та ефективну транспортну систему розподілу [11]. У межах цієї концепції логістична діяльність зводиться лише до транспортної системи розподілу, що повинна здійснюватися на екологічних принципах.

У дослідженнях російських учених зазначається, що «зелена логістика» володіє значним потенціалом для здійснення екологічного контролю транспортних систем, процесів утилізації продукції, пакувальних матеріалів з метою мінімізації забруднень, а також для реалізації процесів енерго- і ресурсозбереження [1].

Заслужують на увагу підходи до визначень цього поняття вітчизняних учених.

Так, І. Смирнов розглядає «зелену логістику» з позиції забезпечення екологічної безпеки окремої системи як для всього суспільства, так і для окремого споживача [5].

Учені М. Григорак, Ю. Варенко дають таке визначення «зеленої логістики»: «... це система заходів, яка передбачає застосування енерго- і ресурсозберігаючих технологій логістики і сучасного обладнання у всіх ланках ланцюжка поставок з метою мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище і підвищення загальної споживчої цінності продукції для споживачів» [2, с. 140]

Дослідниця Н. Чорнописька трактує поняття «зелена логістика» таким чином: «... це управління екологічним, економічним і соціальним впливом логістичної системи, яке передбачає дії у таких ключових напрямках, як: зменшення інтенсивності використання матеріалів, енергоінтенсивності, дисперсії токсичних субстанцій, збільшення рециклінгу ресурсів, максимізація використання відновлювальних джерел енергії, подовження терміну використання продукції, підвищення інтенсивності надання послуг» [6].

Ю. Чортюк визначає «зелену логістику» як «підсистему управління потоками продукції від постачальника до кінцевого споживача з мінімальним рівнем екодеструктивного впливу на довкілля». Метою «екологічної» логістики на думку автора, є «...мінімізація шкідливого впливу господарюючої діяльності на довкілля на всіх етапах руху матеріального і пов'язаного з ним потоків» [7].

Наведемо перелік понять, які відносяться до захисту навколишнього середовища і були інтегровані до основи понятійно-категоріального апарату «зеленої логістики»:

- зелений бізнес;
- екологічний менеджмент;
- зелена економіка;
- соціальна відповідальність бізнесу;
- зелені мережі логістичної інфраструктури;
- зелені маршрути і технології доставки товарів;
- зелені продукти;
- зелені термінали.

Висновки

- 1) Логістика, що заснована на екологічно безпечних та ресурсозаощадливих процесах і технологіях отримала назву «зелена логістика».
- 2) Частина науковців трактує «зелену логістику» лише як транспортну систему розподілу, що повинна здійснюватися на екологічних принципах. У межах даного підходу окреслюються такі завдання логістики у процесі екологізації довкілля як управління відходами, транспортними потоками та пакуванням.
- 3) Інша частина науковців тлумачить «зелену логістику» з точки зору системного підходу як новий науковий напрямок, що передбачає застосування прогресивних технологій логістики і сучасного обладнання з метою мінімізації забруднень і підвищення ефективності використання логістичних ресурсів, забезпечуючи загальну споживчу цінність продукції для споживачів.

Список літератури

1. Александров А.А. Основные направления развития логистики XXI века: ресурсосбережение, энергетика и экология / А.А. Александров, И.Н. Омельченко, А.Е. Бром, О.В. Белова // Известия УрГЭУ Гуманитарный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2013. – N 10 (12) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/118.html>
2. Григорак М.Ю. Принципы «зеленой» логистики в деятельности логистических провайдеров / М.Ю. Григорак, Ю.В. Варенко [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.atcmd.md/wp-content/uploads/2014/04/V_2_17_MMOTI_Grigorac_Varevko_.pdf.

3. Капустина Л.М. «Зеленые» технологии в логистической деятельности / Л.М. Капустина. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://izvestia.usue.ru/download/64/12.pdf>.
4. Офіційний сайт організації Green Logistics [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.greenlogistics.org>.
5. Смирнов І.Г. «Зелена логістика»: еколого-географічний вимір / І.Г. Смирнов // Український географічний журнал. – 2002. – № 2. – С. 49-52.
6. Чернописька Н.В. Зелена логістика: термінологічний аспект // Н.В. Чернописька // Проблемы подготовки профессиональных кадров по логистике в условиях глобальной конкурентной среды. – К. : Логос, 2014. – С. 274-276.
7. Чортюк Ю.В. Екологічна стратегія логістичної діяльності торгових підприємств / Ю.В. Чортюк // Прометей: регіональний збірник наукових праць з економіки. – No 2 (23). – Донецьк: ДЕГІ, 2007. – С. 226 -229.
8. Janbo Li. The Forms of Ecological Logistics and Its Relationship Under the Globalization / Li Janbo, Liu Songxian // Ecological Economy. – 2008. – № 4. – P. 290-298.
9. Kummetssteiner Günter. Handbuch der ÖkoLogistik / Günter Kummetssteiner [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.oth-aw.de/kummetssteiner/weiterbildung/#oekologistik>.
10. Murphy Paul R. Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives / Paul R. Murphy, Richard F. Braunschweig, D. Charles // Journal of Business Logistics, 1996 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3705/is_199601/ai_n8748499/.
11. Rodrigue J-P. Green logistics (the paradoxes of) / J-P. Rodrigue, B. Slack, C. Comtois // The handbook of logistics and supply chain management. – London.: Pergamon, 2001. – P. 339-350.
12. Rogers D. An examination of reverse logistics practices / D. Rogers, R. Tibben-Lembke // Journal of Business Logistics. – 2001. – № 22 (2). – P.129-145.
13. Thiell M. Green Logistics / M. Thiell, J. Zuluaga, J. Montanez, B van Hoof // Global Practices and their Implementation in Emerging Markets. – Colombia, 2011. – P. 2.

*В.А. Яценко, Управитель по организации
информационно-консалтинговых услуг КК ТОВ «АЛЛЕГО», Украина*

Перевозка грузов по воздуху. Безопасность и упрощение формальностей

Скорость доставки грузов зачастую вступает в конфликт со временем обработки грузов в аэропортах, особенно при международных перевозках. Для устранения этого конфликта ИКАО совместно с всемирной таможенной организации разработали ряд мер по упрощению формальностей. Это внедрение понятия уполномоченный экономический оператор (зарегистрированный агент). Внедрения технологии «единого окна» в пунктах пропуска и технологии e – fright в аэропортах

Упрощение формальностей в рекомендациях ООН

Используемые в международной торговле формальности, процедуры и документация обусловлены существующей как у правительств, так и у деловых кругов потребностью осуществлять наблюдение и контроль за перемещением товаров, предоставлением услуг и соответствующими финансовыми потоками.

Они необходимы для выполнения предъявляемых каждой страной требований, касающихся сбора пошлин на перевозимые товары, контроля за трансграничным незаконным перемещением наркотических средств, оружия, находящихся под охраной законов видов флоры и фауны, опасных отходов и других являющихся объектом контроля продуктов, а также для выполнения требований о сборе информации в оперативных и статистических целях.

С целью оказания практической помощи во внедрении методик по упрощению процедур, Европейской экономической комиссией Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), при участии Центра Организации Объединенных Наций по упрощению процедур торговли и электронным деловым операциям (СЕФАКТ ООН) и, при финансовой поддержке Шведского агентства международного сотрудничества в области развития (СИДА), было разработано «Практическое руководство по упрощению процедур торговли».

Практическое руководство имеет своей целью оказать помощь представителем частного или государственного сектора найти, рассмотреть и выбрать уже имеющиеся решения и возможные пути, которые подошли бы для претворения в жизнь реформ, направленных на выполнение программных задач по упрощению процедур торговли.

С целью обеспечения международной конкурентоспособности своих экономических систем страны стремятся создать консультационные механизмы с целью упрощения и сокращения числа формальностей, процедур, документов и других требований до минимального уровня, приемлемого для всех соответствующих сторон.

Одним из путей решения этих вопросов является создание национальных органов по упрощению процедур торговли. С этой целью в 1999 году Центр ООН по упрощению процедур и практики в управлении, торговле и на транспорте СЕФАКТ ООН принял Рекомендацию №4 «Национальные органы по упрощению процедур торговли».

В своих рекомендациях Центр видит, что национальный орган, при сбалансированном участии представителей частного сектора и государственных регуляторных органов, создается для решения следующих задач:

- выявления проблем отрицательно влияющих на издержки и эффективность внешней торговли их стран;
- разработки мер по снижению издержек и повышению эффективности международной торговли;
- оказания помощи в осуществлении этих мер;
- выполнения функций национального координационного центра по сбору и распространению информации о передовой практике в области упрощения процедур международной торговли;
- участия в международных усилиях по дальнейшему упрощению процедур и повышению эффективности торговли.

Упрощение охватывает формальности, процедуры, документы и операции, связанные с торговыми сделками.

В Рекомендации №4 под **упрощением** понимают – процесс устранения всех излишних и дублирующих элементов в формальностях, процессах и процедурах.

Инструментами упрощения являются гармонизация и стандартизация для обеспечения сделок, и снижения связанных с ними издержек.

Под **гармонизацией** в этих Рекомендациях понимают – приведение национальных формальностей, процедур, операций и документов в соответствие с международными конвенциями, стандартами и практикой.

Под **стандартизацией** в упрощении торговли в Рекомендациях понимают - процесс разработки согласованных международным сообществом форматов для практики и процедур, документов и информации.

В целях формирования среды для торговли и перевозок Конференцией ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД) была подготовлена Инструкция к Рекомендации №4 «Национальные органы по упрощению процедур торговли», которая была одобрена СЕФАКТ ООН в марте 2000 года.

Необходимость в подготовке Инструкции вызвана тем, что глобализация производства и либерализация торговли открывают новые возможности особенно для развивающихся стран и стран с переходной экономикой для расширения международной торговли, тем самым играть более активную роль в мировой экономике.

Инициативы Международной организация гражданской авиации ИКАО и Всемирной таможенной организации ВТамО в упрощении формальностей при перевозке грузов по воздуху

Вопросы повышения безопасности и упрощения формальностей при перевозке грузов по воздуху последнее время имеют особую важность для международной торговли и мировой экономики. С этой целью Международная организация гражданской авиации ИКАО и Всемирная таможенная организация ВТамО провели несколько международных конференций в Сингапуре 2012 год, в Бахрейне 2014 год и в Куала-Лумпуре 28 июля 2016 года.

Сингапурская конференция предложила план совместных действий, включающий ряд коллективных инициатив.

Конференция в Бахрейне подчеркнула необходимость распространения практики сотрудничества с международного уровня на региональный и национальный уровни.

В результате этих инициатив были осуществлены следующие мероприятия из плана совместных действий:

- Опубликована, подготовленная совместно ИКАО и ВТамО, брошюра «Глобальные грузовые авиаперевозки», первое издание которой вышло в 2013 году.

- Разработаны совместные учебные практикумы по безопасности перевозки авиагруза и упрощению формальностей, опробованные в 2015 году и внедряющиеся в настоящее время в регионах;

- В 2015 году начала применяться экспериментальная программа «Уполномоченный экономический оператор/зарегистрированный агент»;

- Создана совместная Рабочая группа по предварительной информации об авиагрузе, которая действует с 2014 года.

Конференция в Куала-Лумпуре 2016 года собрала свыше 300 делегатов, из более чем 70 государств, а также представителей отраслевых международных и региональных организаций и научных кругов.

Конференция подчеркнула успех этих глобальных инициатив и призвала завершить начатую ИКАО и ВТамО работу по реализации плана действий. Конференция считает необходимым продолжить работы в области предварительной информации об авиагрузе, представляемой до его погрузки на борт воздушного судна. Было выражено стремление добиться большего прогресса в реализации предложений об использовании механизмов взаимодействия между программами, касающимися зарегистрированных агентов и уполномоченных экономических операторов.

Конференция предложила способствовать координации действий между службами авиационной безопасности и таможенными службами на региональном и национальном уровнях путем проведения совместных практикумов. В качестве средства укрепления сотрудничества между различными ведомствами, действующими в разных аэропортах в государстве, конференция рекомендовала использовать национальные комитеты по

авиационной безопасности и национальные комитеты по упрощению формальностей при воздушных перевозках.

Конференция предложила расширить план действий с тем, чтобы уделить внимание внедрению электронных каналов связи для оформления партий грузов и электронной документации.

Внедрение безбумажных технологий, таких как электронные декларации о безопасности грузовой отправки и электронных грузовых накладных будет способствовать сохранению основного преимущества воздушного транспорта –быстрота доставки, и повышению его конкурентоспособности, особенно в условиях расширяющихся рынков электронной торговли.

На конференции было представлено второе издание подготовленной совместно ИКАО и ВТамО, брошюры «Глобальные грузовые авиаперевозки», пока на английском языке.

Глобальные грузовые авиаперевозки. Рекомендации по упрощению формальностей в рамках защищенной цепи доставки авиагруза и авиапочты. Второе издание 2016 г.

В качестве учреждения Организации Объединенных Наций со специализированной ответственностью за авиацию, Международная Организация гражданской авиации (ИКАО), осознавая свою ведущую роль в укреплении безопасности воздушных грузовых перевозок , признает, что в сложной операционной среде, тесные рабочие взаимоотношения с другими заинтересованными сторонами будет иметь ключевое значение для достижения высоких стандартов безопасности и надежности может быть обеспечена в рамках глобальной авиационной сети.

С этой целью ИКАО осуществляет постоянное сотрудничество с Всемирной таможенной организацией (ВТамО) и другими международными организациями в интересах наши государств-членов ООН и представителей промышленности.

Этот амбициозный проект может быть реализован только за счет коллективных усилий заинтересованных сторон, таких как ВТО, и помогает реализовать амбиции ИКАО в достижении безопасности, надежности и эффективности авиационного транспорта в рамках инициативы «Ни Одной Страны Вне Программы», а также более устойчивое процветание Государств и Регионов в целом - в соответствии с Программой ООН 2030 «Цели Устойчивого Развития».

В результате совместных усилий ИКАО и ВТамО была опубликована, подготовленная совместно ИКАО и ВТамО, брошюра «Глобальные грузовые авиаперевозки». Первое издание вышло в 2013 году.

Второе издание было представлено на конференции в Куала-Лумпуре в 2016 году, пока на английском языке.

Со времени первого издания был проведен большой объем работ по повышению безопасного продвижения груза. Усовершенствована нормативно-правовая база, значительно повышена качество инструктивного материала.

Второе издание, как и первое, создано с целью повышения уровня информированности об принципах организации цепей поставок авиаперевозок грузов и почты.

В разделе Роли и распределение ответственности, определения участников процесса перевозки расширено и включает таких участников как брокер, покупатель, грузоотправитель и грузополучатель. Включено также понятие оператор аэропорта.

В разделе нормативная база ИКАО указано, что нормативную базу безопасных цепей поставок грузов авиационным транспортом составляет серия Стандартов и Рекомендованных Практик (SARPs), вошедших в Приложение 17 Безопасность к Чикагской конвенции и поддерживаемые руководящими материалами в Учебнике Авиационной безопасности, DOC 8973. Все эти материалы вступают в силу с Июля 2016 года.

Введен новый раздел Скрининг.

В разделе нормативная база ВТамО введен новый раздел Предварительная информация.

Упрощение формальностей в документах ИКАО. Приложение 9 к Конвенции о международной гражданской авиации. (Четырнадцатое издание. Октябрь 2015 года).

В Октябре 2015 года вышло Четырнадцатое издание Приложения 9 к Конвенции о международной гражданской авиации «Упрощение формальностей», которое с 25 февраля 2016 года заменит все предыдущие издания Приложения 9.

Издание включает положения, вытекающие из решений 8-го совещания Группы экспертов FAL состоявшегося в Монреале в ноябре 2014 года по таким вопросам как оказание помощи пострадавшим в авиационных происшествиях и их семьям, машиночитываемые проездные документы (МСПД), упрощение формальностей при перевозке груза и база данных ИНТЕРПОЛИА об украденных и потерянных проездных документах (SLTD).

Рассмотрим, чем отличается новое издание Приложения 9 от предыдущего.

В Разделе А. **Определение терминов** нового издания введены новые понятия:

- **Автоматизированная система пограничного контроля (АСПК).** Автоматизированная система, которая подтверждает подлинность электронного машиночитываемого проездного документа или идентификационного жетона, определяет, что данный пассажир является законным владельцем документа или идентификационного жетона, запрашивает данные из системы пограничного контроля и устанавливает право на пересечение границы в соответствии с заранее определенными правилами.

- **Интерактивная API (iAPI),** является электронной системой, с помощью которой в период регистрации элементы данных API, собранные эксплуатантом воздушного судна, передаются государственным органам,

которые в пределах времени оформления пассажира на стойке регистрации направляют этому эксплуатанту ответное сообщение по каждому пассажиру и/или члену экипажа.

– **Необходимые меры предосторожности.** Проверка, осуществляемая в пункте вылета надлежащим образом подготовленными сотрудниками эксплуатанта воздушного судна, с целью убедиться в наличии у каждого пассажира действительного проездного документа и, где это применимо, визы или разрешения на жительство, необходимых для въезда в принимающее государство. Эта проверка предназначена для выявления несоответствий (например, явных изменений в документах).

– **Режим «единого окна».** Средство, позволяющее сторонам, участвующим в торговых и транспортных операциях, представлять стандартизованную информацию и документы в одном пункте въезда/вывоза, чтобы выполнять все нормативные требования, связанные с импортом, экспортом и транзитом. В случае электронной информации отдельные элементы данных следует представлять только один раз.

– **Уполномоченный экономический оператор (УЭО).** Участник любого вида внешнеэкономической деятельности, чьи функции одобрены национальной таможенной администрацией или от ее имени как соответствующие нормам Всемирной таможенной организации или эквивалентным стандартам обеспечения безопасности цепи поставок товаров. К УЭО могут относиться производители, импортеры, экспортеры товаров, брокеры, перевозчики, консолидаторы, посредники, эксплуатанты портов, аэропортов, терминалов, интегрированные операторы, складские операторы, дистрибьюторы и экспедиторы.

В Примечании к определению сказано, это определение приведено в соответствие с определением, содержащимся в документе Всемирной таможенной организации «Рамочные стандарты безопасности и обеспечение мировой торговли».

В новом издании в **Главе 4. Ввоз и вывоз грузов и других предметов** применяется понятие уполномоченный оператор так в подпункте 4.9.1. **Рекомендуемая практика** говорится, что *«Договаривающимся государствам следует рассмотреть вопрос о введении программ для уполномоченных экономических операторов, предусматривающих усиление мер безопасности и создание при этом условий для введения облегченного таможенного контроля».*

В Примечании к этому пункту сказано, что *«Облегченный таможенный контроль может включать более низкий уровень физических проверок и осмотров, представление ограниченного набора данных, уведомление о планируемой проверке до прибытия товаров и другие упрощенные меры. Меры контроля следует основывать на требующейся информации, представляемую в таможенную службу заранее, и на использовании процедур оценки степени риска».*

В подпункте 4.9.2 **Рекомендуемая практика** говорится, что *«Договаривающимся государствам следует поощрять заключение с другими странами соглашений или договоренностей о взаимном признании*

соответствующих программ уполномоченных экономических операторов или аналогичных программ».

В разделе **В. Информация, требуемая государственными полномочными органами** в подпункте 4.11.1 **Рекомендуемая практика** предлагается *«В целях упрощения формальностей, где это представляется возможным Договаривающимся государствам следует рассмотреть вопрос об использовании имеющейся предварительной информации о грузе при осуществлении последующих таможенных по выпуску/очистке импортируемых, экспортируемых и/или транзитных товаров».*

Таким образом, создаются предпосылки для активизации международной торговли с использованием воздушного транспорта путем создания условий для использования основного преимущества авиационного транспорта в скорости доставки груза за счет упрощения формальностей при оформлении грузов, более широкого применения информационных технологий и внедрения технологии одного окна.

Упрощение формальностей в Украине

Украина ратифицировала Соглашение по упрощению процедур торговли в ноябре 2015 года и Президент Украины 24.11. 2015 г. подписал соответствующий Закон Украины (Закон України «Про ратифікацію Протоколу про внесення змін до Марракеської угоди про заснування Світової організації торгівлі» (від 04.11.15 № 745-VIII), а в Феврале 2017 г это соглашение вступило в силу по достижению 110 стран подписантов Соглашения ...

Что касается Уполномоченных экономических операторов то 03.06. 2016 г. в Верховной раде был зарегистрирован проект Закона Украины № 4777 «О внесении изменений в Таможенный кодекс Украины касательно уполномоченного экономического оператора и упрощения таможенных формальностей» призван урегулировать вопрос взаимодействия таможенных органов и уполномоченных экономических операторов – нового для Украины таможенно-правового института, который уже достаточно долго функционирует в странах ЕС. Проект можно рассматривать как один из этапов адаптации таможенного законодательства Украины к общепринятым нормам аналогичной сферы ЕС и реализации положений Договора об ассоциации (ст. 84), поскольку положения действующего Таможенного кодекса не в полной мере отвечают нормам ЕС. В перспективе, в случае полного соответствия статуса УЭО в Украине и странах ЕС, компании смогут упростить себе таможенные процедуры не только с украинской стороны, но и со стороны стран Европы. При этом после завершения всей законодательной процедуры Украина сможет признавать и аналогичные компании-операторы из других стран.

Вопросы внедрения технологий «единого окна» в пунктах пропуска и технологии e – flight в аэропортах рассматривались на международном CARGOФоруме «Внедрение в Украине международных стандартов электронного оформления и сопровождения грузовых перевозок» прошедшего в Киеве 21.01..2016 г.. Организаторами Форума выступили постоянная комиссия по упрощению формальностей Общественного совета при Госавиаслужбе

Украины, ассоциация транспортно-экспедиторских и логистических организаций Украины «Укрзовништранс», авиакомпания МАУ при поддержке компании СНАМРСargosystems.

В ходе форума было отмечено, что в Украине уже есть опыт реализации в сотрудничестве с ЕЭК ООН проекта «единое окно» в морских портах Украины.. Проект реализуется путем создания в портовых пункта/х пропуска Единой информационной системы портового сообщества ИСПС. [1,2]/ Нарботки полученные в результате этого проекта полезнобыло бы распространить на авиационный транспорт.

Список литературы

1. В.Яценко «Упрощение формальностей при доставке грузов авиационным транспортом» Транспорт №4(859) апрель 2015 г.
2. «Внедрение в Украине международных стандартов электронного оформления и сопровождения грузовых авиаперевозок. Обзор CargoФорума.» Транспорт №1(895) январь 2016 г.
3. В.Яценко. «Авиационная перевозка грузов в Украине – от стандартизации технологий до упрощения процедур торговли» Транспорт №№21(812) май 2014 г. , 25(816) июнь 2014 г..
4. В.Яценко «Внедрение в Украине технологий электронного документооборота при перевозке грузов авиационным транспортом» Транспорт №33(824) 20 августа 2014 г.

Новітні тренди у трансформаціях друкованих ЗМІ на сучасному українському медіаринку

Розглянуто явища прогресуючого зменшення накладів друкованих газет в Україні, переходу паперової преси в онлайн-формат. Процес конвергенції виступає чи не єдиним засобом збереження і придбання аудиторії традиційними ЗМІ. Перехід від мономедійної до мультимедійної структури за нинішніх умов стає фактором виживання друкованої періодики.

Розвиток Інтернету в останні десятиліття, а також інші соціально-економічні й технологічні фактори призвели до того, що ринок друкованих медіа в Україні, як і в світі, переживає різке скорочення. Аудиторія читачів паперових носіїв інформації поступово зменшується і навпаки – кількість читачів Інтернет-видань росте з кожним роком. Все частіше на зміну друкованим газетам і журналам приходять електронні версії. Традиційні засоби масової інформації змушені змінювати стратегію і форми діяльності під загрозою зникнення. Пов'язані з настанням електронної ери кардинальні зміни способу життя та моделей медіаспоживання, тотальна медіатизація і комп'ютеризація найрізноманітніших сфер суспільства стають драйверами адаптогенних трансформацій як міжнародного, так і національного медіаландшафту. Україна не залишилась поза глобальними медіапроцесами. Вирішуючи складні політичні та економічні проблеми, вона поступово приєднується до загальної цивілізаційної еволюції, шукаючи при цьому власні національні форми і прояви. Однак головна тенденція розвитку ринку друкованих газет і журналів України – рецесія – є характерною для сучасної світової медіаеволюції.

Ринок преси в нинішній період функціонує в умовах безперервної стагнації. Так, після кризи 2008 року протягом майже всіх наступних років тиражна кількість газет в Україні за статистичними даними різко скорочувалась (у деякі періоди – на 1-2 мільйони примірників на рік). Лише за останні 5 років кількість щоденних українських газет скоротилась майже на 50 %. Стагнація ринку друкованої преси позначилась також на тому, що деякі видання зменшили періодичність виходу (тобто замість 5-4 днів на тиждень вони почали виходити 3-2-1 рази на тиждень) і формат (найчастіше – А2 на А3), пішли на дешевелення поліграфії і паперу. Припинила вихід значна кількість безкоштовних щоденних газет в Україні.

Фіксація даних тенденцій призвела до того, що медіааналітики і прогнозисти з різних країн поставили пресі «смертельний діагноз». Наприклад, російський дослідник Андрій Мірошніченко переконливо стверджує, що уже через 2 десятиліття друковані газети як засоби масової інформації припинять своє існування, а останнє «газетне покоління» – це ті, хто народився у 80-х роках ХХ століття. Отже, «газетній добі» за цими прогнозами залишилось існувати зовсім мало: у 30-х роках ХХІ століття вона закінчиться.

Американський професор Філіп Мейєр у книзі «Зникаюча газета» називає дещо іншу дату завершення «газетної історії». Він стверджує, що традиційні газети зникнуть, як динозаври, у 2043 році.

Проте «теорія смерті газет» підтримується не всіма медіаспеціалістами. Крім того, європейський і світовий медіаландшафт демонструє досить великий спектр успішних проектів класичних газетних видань, які еволюціонують без суттєвих втрат в епоху нових Інтернет-реалій. Ці видання мають багаторічну історію, стабільну читачку аудиторію і багатофункціональну програму дій, гармонійно поєднуючи два життєздатні компоненти – друкований і онлайновий. Серед таких видань можна назвати «The New York Times», щоденну газету, яка видається з 1851 року і має наклад більше 1 мільйона примірників, а з 1996 року – цифрову версію, яка користується всесвітньою популярністю, адже фіксує майже 50 мільйонів відвідувачів сайту по всьому світу. Подібними даними можна презентувати й англійську «The Guardian» (її онлайн-версія має майже 40 мільйонів відвідувачів). У медіааналітичних працях цю газету характеризують як впливову, престижну, якісну, а також як одну з найповажніших газет у світі. Американські «The Washington Post», «The Wall Street Journal» (щоденний тираж цієї газети складає понад 2 мільйони примірників у паперовій версії і 400 тисяч передплат в Інтернеті), «USA Today» (щоденний наклад паперової газети перевищує 2 мільйони примірників, а Інтернет-версія має близько 6 мільйонів читачів). Цей список можна продовжити, зазначивши, що успішні газетні проекти виконують не лише інформаційну функцію, але й іміджову, політичну, дипломатичну, естетичну та інші. Негативні тенденції навряд чи призведуть до повного зникнення цих газет.

При цьому парадоксальність українського ринку преси полягає в тому, що незважаючи на безперервну стагнацію останніх років, ринок перенасичений. Медіаексперт Сергій Чернявський у дослідженні «Як змінились ЗМІ в Україні» зазначає, що учасники українського ринку друкованої періодики визнають: ринок надто перевантажений. Варто лише з'явитися одному успішному проекту, як одразу з'являються інші видання, які копіюють контент успішного колеги. Так було з виданнями про дозвілля, кулінарію, жіночими журналами тощо. Надмірно перевантаженою є ніша кросвордних видань, телегідів, преси для автолюбителів.

У тому ж дослідженні, представленою Українською асоціацією видавців періодичної преси, окреслена причинність негативних тенденцій у передплаті на друковані видання в Україні останніх років. Зокрема, йдеться і про скорочення населення України, і про скорочення кількості поштових відділень, і про збільшення термінів доставки періодичних видань на 1-3 дні, постійні намагання змінити законодавство у цій сфері. Зафіксовані й негативні явища у редакційній роботі друкованих періодичних видань, серед яких: відсутність позиціонування і розуміння цільової аудиторії, редакційної концепції кожної рубрики. Стало звичайною практикою в роботі друкованих ЗМІ, коли більше 80 % новин копіюються і в результаті більшість видань подає інформаційний потік, який мало відрізняється від колег і конкурентів. Вкрай мало авторських або ексклюзивних новин, відсутній редакційний

портфель (матеріали не готуються заздалегідь), інформаційні приводи не мають графіка і є спонтанними, у багатьох журналістів немає надійних і ефективних каналів одержання інформації. У боротьбі за читача журналісти й редактори друкованих ЗМІ віддають перевагу сенсаціям, деякі постійно «жахають» читачську аудиторію, публікуючи негативну інформацію і нагнічуючи емоції. На жаль, все це, окрім глобальних тенденцій, призводить до прогресуючого зменшення преси, яка втрачає якість і разом з нею повагу суспільства, впливовість, функціональну привабливість.

Оцінюючи український медіаландшафт останніх років і зокрема стан друкованої преси, один з авторів аналітичного звіту Академії української преси Олег Хоменок пише про важкі часи кризи, спричиненої як зовнішніми, так і внутрішніми факторами. До зовнішніх належать події у Криму та на сході України, падіння купівельної спроможності людей, а до внутрішніх слід віднести загальне падіння рекламного ринку, низький професійний рівень журналістики та неспроможність реагувати на виклики часу й ситуацію в країні. Проводячи моніторинг ситуації у сфері друкованих ЗМІ, дослідник також зазначає, що скорочення тиражів друкованих видань спричинило структурні зміни в системі розповсюдження преси, точки роздрібного продажу урізноманітнюють асортимент супутніми товарами, і вже сьогодні більшу частину доходу в системах роздрібного продажу преси становлять не газети та журнали, а телефонні картки, канцелярські та інші супутні товари. Система друку преси в Україні відповідно перебуває в стані занепаду через падіння тиражів і зростання цін на поліграфічні послуги, що майже унеможливило прибутковість у цій сфері. Ситуація на рекламному ринку протягом останніх років також значно погіршилася. Загальний ринок реклами скоротився до десятирічного мінімуму і не може здійснювати суттєву підтримку газетам і журналам.

Однак на тлі скорочення газетного сегмента друкованих ЗМІ в Україні фіксується постійне збільшення кількості журналів. Якщо у 1985 році було зареєстровано 97 назв журнальної продукції, у 1990 – 117, у 1995 – 324, у 2000 – 757, у 2005 – 1272, у 2008 – 1518, у 2010 – 1810, то у 2012 – кількість зареєстрованих назв журналів перевищила 2200 і прогресує збільшення продовжується останніми роками. Відбувається видовий перерозподіл у спектрі друкованих періодичних видань відповідно до потреб аудиторії. З'явилися так звані бортові журнали (друковані видання, які поширюються у літаках і експрес-потягах), партворки (журнальні колекційні серії), які також відібрали у традиційних друкованих медіа значну частину аудиторії.

Процеси журналізації і конвергенції протистоять негативним тенденціям і охоплюють все більшу кількість медіапроектів, стаючи майже єдиним засобом збереження і придбання аудиторії традиційними ЗМІ. Журналісти формують контент, який поширюється через різні медіаплатформи і відбувається перехід від мономедійної до мультимедійної структури. Ця практика підтримує надію на позитивний прогноз щодо збереження друкованих ЗМІ на сучасному українському медіаринку.

Список літератури

1. Гвоздев Володимир. Інтернет і криза газет: реалії та прогнози / В. Гвоздев // Український науковий журнал "ОСВІТА РЕГІОНУ". – 2013. – № 3. [сайт] – Режим доступу: <http://social-science.com.ua/article/1103>. – Назва з екрану.
2. Хоменок Олег. Друкована преса / О. Хоменок // Український медіаландшафт – 2015: аналітичний звіт / [за ред. В. Іванова]. – К.: ФКА, АУП, 2015. – С. 13 – 18.
3. Чернявский Сергей. Как изменились СМИ в Украине. 2008 – 2013 / С. Чернявский // Українська асоціація видавців періодичної преси [сайт] – Режим доступу: <http://www.uapp.org/blogs/12911.html>. – Назва з екрану.
4. Романюк М. Здобутки і прорахунки дослідників української преси: погляд у XXI ст. / М. Романюк // ЛННБ ім. В. Стефаника АН України: [сайт] / Львівський нац. ун-т ім. Івана Франка – Режим доступу: http://www.lnu.edu.ua/faculty/jur/Internet/PART-1_8.htm (20.10.10). – Назва з екрану.
5. О'Рейли Г. Тенденции мировой прессы: Материалы межд. конф. WAN [«Сила печати – Возможности печатных СМИ»], (Барселона, Испания, 27 – 28 мая 2009 г.) / Г. О'Рейли // Медіабібліотека. – Режим доступа: http://media.parlament.org.ua/d_tg/action/article_detail/article_id/2736/ – Назва з екрану.
6. Журналистика и конвергенция: почему и как традиционные СМИ превращаются в мультимедийные / под ред. А. Г. Качкаевой. – М., 2010. – 200 с. – Режим доступу: <http://focus-media-en.ru/learn-more/library/> – Назва з екрану.
7. Куриленко Олександр. Майбутнє газет: Текст помер, хай живе Контент / О. Куриленко // Українська правда. – 2011. – 19 березня. – Режим доступу: <http://www.pravda.com.ua/columns/2011/03/19/6022251/> – Назва з екрану.
8. Meyer, P. The Vanishing Newspaper. / P. Meyer // Saving Journalism in the Information Age. – University of Missouri Press, 2004. – 269 p.

*О.М. Кошак, кандидат наук із соціальних комунікацій
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Особливості сучасного розвитку радіомовлення як складника національного інформаційного медіа-простору

У статті розглянуто і проаналізовано особливості розвитку радіомовлення в Україні на початку XXI сторіччя.

Творення національного інформаційного простору як у межах своєї держави, так і за кордоном належить до глобальних проблем сучасності. Україна поступово нарощує національний інформаційний ресурс, провадить власну інформаційну політику. На початку третього тисячоріччя радіо залишається одним із найвпливовіших ЗМІ в нашому суспільстві.

Радіомовлення (лат. radiare – випромінювати, випускати промені) є другим з моменту створення (після преси) засобом масової комунікації. Найхарактернішою рисою радіомовлення є те, що носієм інформації тут виступає тільки звук (включаючи і паузи). В.П. Олійник вважає, що радіомовлення – оперативний засіб масової інформації і пропаганди, який документальними, публіцистичними і художніми формами звукової організації мовлення, шумів і музики в процесі орієнтованої на певну аудиторію передачі радіотехнічними каналами відображає об'єктивну дійсність [7].

Висока ефективність та переконливість радіопередач пояснюються широкими можливостями радіотехніки, яка забезпечує виключну оперативність повідомлення, яка недоступна іншим засобам інформації. Радіо здатне миттєво розповідати про подію, що відбувається, давати мільйонам людей оперативну інформацію. Радіохвилі не знають перешкод та труднощів, пов'язаних з географією, кліматом, часом року та доби.

Головне завдання радіомовлення – відображати життя таким, як воно є. З цього випливають і головні засади їхньої діяльності: об'єктивність, гласність, відкритість, плюралізм. Перший загальнонаціональний канал Українського радіо надає оперативну інформацію й розважає своїх слухачів - без цього немислимо радіо. Але крім того, будучи суспільним (тобто фінансованим частково за суспільний рахунок) Українське радіо та державні обласні радіоорганізації виконують ще й ряд додаткових завдань, а саме: забезпечують контакт громадян з державою, сприяють внутрішньосуспільному миру, злагоді й порозумінню. При цьому залишається підкреслено нейтральним, певною мірою знеособленим ЗМІ.

Водночас відбулося чітке розмежування радіомовлення з іншими засобами масової інформації. Це пов'язано з його специфікою як глобального звукового засобу спілкування. Радіомовлення не претендує на аналітичні засади преси, на інтелектуальність літератури, не могло подати видиме, наочне відображення дійсності, як це робило кіно. Радіо в змозі передати живе життя

героїв, що міститься у звуках їх голосів, воно приносить слухачам велику літературу, музику всіх часів і народів, спів найкращих виконавців.

Глобальні інформаційні процеси увійшли до нашої реальності, і кордони національних держав не можуть їх зупинити. І.С. Паримський вважає, що «жоден регіон не здатний ізолюватись від них чи їх не помічати, оцінюючи в зв'язку з ними власні здобутки чи втрати. Та й процеси демократизації, до яких прихильно ставиться світове співтовариство, всерйоз свідчать про глобальне інформаційне суспільство» [9].

Важливо виходити з того, що інформаційний простір не тотожний системі ЗМІ або системі масової комунікації на певному геополітичному просторі. Під національним простором А.А. Чічановський та В.І. Шкляр розуміють, насамперед, «структурність і протяжність інформаційного зв'язку суспільства: матеріальні (технологічні) можливості отримання, збереження і розповсюдження інформації на території країни і за її межами за допомогою всіх діючих компонентів національної (загальнодержавної) системи інформації та зв'язку, діяльність котрої має гарантоване правове забезпечення» [15].

Якщо виходити з латинського значення слова «інформувати» – це «зображати, складати уявлення про що-небудь», то вважатимемо, що «інформаційний простір (поле)» як раз і означає те середовище, в якому виробляється, існує, циркулює, обертається інформація. Це поняття – соціально-політичне і вбирає в себе як територіальний, як космічний та технічний фактори, так і людський, оскільки суспільна інформація призначається для людини, людина – її споживач, без людини вона втрачає свій сенс.

Отож, коли йдеться про інформаційне поле конкретної держави, то його межі ототожнюються з її кордонами, охоплюючи національну територію, акваторію та повітряний простір.

Національний інформаційний простір – надзвичайно важливе політичне поняття, яке у вартісній шкалі соціальних цінностей можна поставити на друге місце після державної незалежності. Безперечно, держава повинна захищати, відповідно до чинного законодавства України з урахуванням міжнародних правових норм, цей простір від антиукраїнської, антиконституційної інтервенції з боку ворожих до нашої країни інформаційно пропагандистських засобів.

Саме в інформаційному просторі гласно реалізується державна політика. Він є середовищем, де формується активне ставлення громади до суспільно значимих подій, рішень, дій влади та опозиції.

Дослідник В.І. Шкляр дійшов висновку, що «Україна поки що помітно випадає зі світового інформаційного процесу. Ми не маємо стратегії вигідної і систематичної інтеграції у світовий телекомунікаційний та інформаційний простори» [16]. Характеризуючи національний інформаційний простір, науковці О. Гриценко та В.І. Шкляр звертають увагу на те, що «в Україні інформаційна система, яка утворюється вітчизняними мас-медіа, має обмежений вплив навіть на території країни, особливо у східних і південних регіонах» [17].

За експертними оцінками, електронні ЗМІ, зокрема, радіомовлення в інформаційному просторі України становлять лише 11% загальної кількості суб'єктів поширення інформації. Однак, за показниками охоплення населення та впливу на громадську думку вони значно переважають інші ЗМІ.

Науковець Т. Паньо вважає, що розвиток радіопростору України є одним із важливих завдань будівництва української держави, утвердження її суверенітету та незалежності. Творення українського інформаційного простору як у межах своєї держави, так і за кордоном належить до глобальних проблем сучасності. Ми розділяємо думку В.В. Лизанчука, що «потрібно посилювати власні інформаційні джерела і послаблювати чи блокувати закордонну наступальну інформаційну агресію, забезпечувати доброзичливий діалог культур» [5].

На наш погляд, слушною є думка В.М. Владимірова стосовно того, що на правобережній Україні почали активно розробляти тему національного відродження. У цьому сказався історичний досвід регіону останніх сторіч, а також переважно аграрна економіка, яка передбачала певну економічну незалежність від колишніх радянських республік.

Натомість лівобережна Україна, і передусім Донбас, історично і, головне, економічно тяжіли до Росії. Великі підприємства індустріальних центрів, важка промисловість вимагали для свого існування підтримки мільйонів зв'язків із суміжниками, постачальниками, сировинними базами в усіх колишніх радянських республіках.

На початку 90-х років ХХ сторіччя в обстановці ідейної невизначеності, викликаній крахом комуністичної ідеології, плюралізмом думок, відсутністю єдиної інтегруючої ідеї для всіх територій і верств населення обласні державні ТРК почали активно співпрацювати з владними структурами. Неприбутковість державних радіокомпаній в ринкових умовах змушувала їх ставити на порядок денний питання про державну фінансову підтримку вітчизняного радіомовлення. Виникла парадоксальна ситуація: це необхідно було робити, щоб їх врятувати, – і водночас цього не можна було робити задля збереження незалежності ЗМІ України, її відстороненості від влади. Новостворені ж FM-станції попервах свідомо віддалялися від влади.

Мережа FM-радіо – це невід'ємна складова єдиного інформаційного простору держави. FM (з англійської перекладається як «модуляція частоти») – це верхній піддіапазон ультракоротких хвиль (УКХ). Його частота – від 87,5 МГц до 108 МГц. Існує ще нижній піддіапазон УКХ від 64 МГц до 74 МГц). Цей діапазон з'явився в радіопросторі України після розпаду Радянського Союзу. За часів «холодної війни» це були воєнні частоти. Відбулася своєрідна «конверсія» радіоефіру. Перевага FM-радіо перед УКХ – чим коротша хвиля, тим вища якість прийому сигналу.

Можливість вести мовлення саме на цих частотах з'явилась як на Заході так і в СРСР у 60-х роках. Революційним проривом цей факт можна назвати лише тому, що за допомогою ультракоротких хвиль можна передавати стереосигнал, а це дуже важливо для музичних програм. Цікаво, що з часом з'явилася технологія, за допомогою якої можна передавати стереосигнал і на середніх хвилях, але вона вимагає значних капіталовкладень. Тому УКХ-

діапазон залишається найпопулярнішим на всій планеті. Саме тому, що він є найекономічнішим, а також завдяки найкращій якості поширення сигналу.

Після падіння «залізної завіси» центр тяжіння радіомовлення перемістився саме на УКХ-діапазон. Тому, що це була можливість для існування на цих хвилях комерційних, недержавних радіостанцій.

Висновки

Таким чином, інформаційний простір України перебуває в процесі становлення і розвивається досить нерівномірно. Радіо має розвинутий характер і поширено по всій території країни. В країні утворилася досить потужна система державного радіомовлення.

Радіомовлення стрімко ввійшло до всіх сфер суспільного життя, стало невід'ємною часткою культури, мистецтва, ідеології, політики, науки, освіти, виховних процесів. Разом з радіо прийшло чимало нового у способи людського спілкування, інформаційні процеси. Мобільне, оперативне, всюдисуще радіомовлення – важливий компонент системи ЗМІ, бурхливо розвиваючись на новій техніці, набуло у сучасних умовах нових якостей.

В секторі ЕЗМІ створено конкурентне середовище, що сприяє альтернативності розповсюдження та отримання громадянами інформації.

Поява в інформаційному просторі недержавних радіостанцій засвідчує новий етап розвитку радіомовлення в Україні. Існування значної кількості незалежних радіостанцій – явище однозначно позитивне, оскільки воно загалом має сприяти творчій конкуренції.

Стабільний розвиток радіоінформаційного простору України залежить, в першу чергу, від стану економіки та від досконалості законів. Саме вони створять рівні правила гри в інформаційній сфері, а відтак – можливість радіоорганізаціям бути економічно спроможними, розвивати свою матеріально-технічну базу та реалізовувати незалежну програмно – творчу політику. Одна з причин кризових явищ у сфері радіомовлення є відсутність конструктивної співпраці між законодавчою та виконавчою гілками влади.

Високий рівень присутності держави на ринку електронних ЗМІ не відповідає досвіду розвинутих демократичних країн, створює можливості для маніпулювання масовою свідомістю, порушення конституційних прав громадян на отримання та поширення інформації.

Прийнятий 18 липня 1997 року Закон України «Про систему Суспільного телебачення і радіомовлення України» не працював. Через постійні дискусії навколо створення громадського мовлення простежувались тенденції витіснення з національного інформаційного простору державного радіо сегмента аж поки у 2015 році влада внесла зміни і доповнення до нього і перевела систему державного радіомовлення до розряду суспільного з публічним власником.

Список літератури

1. Гоян О. Я. Цифрове радіомовлення: українські перспективи // www.journ.univ.kiev.ua

2. Звіти Національної Ради України з питань телебачення і радіомовлення, 2010. – <<http://www.nrada.gov.ua>>.
3. Комаров С. Радиовещательные технологии. Форматы радиостанций и как определить свой формат. – <<http://www.radiostation.ru/music/format.html>> .
4. Лизанчук В. В. Радіожурналістика: засади функціонування. Підручник. – Львів: ПАІС, 2000. – С. 366.
5. Лизанчук В. В. Основи радіожурналістики: Підручник. – К.: Знання, 2006. – 628 с.
6. Машенко І. Г. Хроніка українського радіо і телебачення в контексті світового аудіовізуального процесу. – К., 2006.
7. Олейник В.П. Радиопублицистика: проблемы теории и мастерства / В.П. Олейник. – К.: Вища шк., 1978. – 372 с.
8. Омеляненко Ю. І. Телерадіомовлення України: Шляхи становлення і розвитку. – К.: Раритет, 1997. – 100 с.
9. Паримський І.С. Національна преса. Сучасні проблеми теорії. / І.С. Паримський // Монографія. Інст-т журн. КНУ імені Тараса Шевченка. – К., 2007. – С.59. (288 с.)
10. План розвитку національного телерадіоінформаційного простору України (з доповненнями, внесеними рішенням Національної ради № 1260 від 03.10.2007) // www.nrada.gov.ua/documents.doc.
11. Рихтер С.Г. Цифровое радиовещание. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 352 с.
12. Рожко Г. Харків – колыска українського радіомовлення і телебачення: Докум.-публіц. нарис/ Літ. запис Ж. Ф. Петрової-Коваленко. – Х., 2004.
13. Світ Радіо /ProRadio.Org.Ua:Радіостатті. 2006. <http://www.proradio.org.ua/articles/bezviny.html>.
14. Цифровое звуковое радиовещание. /Виходець А.В., Ганжа С.Н., Лапін В.П., під заг. ред. Михайлова М.К.; – Одеса. – 2006.
15. Чічановський А.А., Шкляр В.І. Національний інформаційний простір: потенціал і ресурси // Вісник Київ. ун-ту. Сер. Журналістика. Вип.4. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1997. – С. 26-34.
16. Шкляр В.І. Мас-медіа України у міжнародному інформаційному просторі / В.І. Шкляр // Україна дипломатична. – К.: Ін-т між нар. Відн., 2000. – С. 387-409.
17. Шкляр В.І., Гриценко О.М. Формати національної ідентичності ЗМІ / В.І. Шкляр, О.М. Гриценко // Наукові записки Інституту журналістики. Т. 7. – К.: Ін-т журналістики, 2007. – С. 33-36.

*О.М. Рижко, кандидат філологічних наук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Спецкурс із плагіатознавства для майбутніх журналістів

У статті представлено орієнтовний тематичний план зі спецкурсу, присвяченого розумінню проблеми плагіату як багатовимірного і складного явища, запобіганню плагіату і боротьби з ним.

Обґрунтовувати актуальність проблеми плагіату можна, виходячи з державних (наприклад, новий закон «Про вищу освіту», створення Національного репозитарію академічних текстів і НАЗЯВО, потенційну можливість запровадження «інтелектуальних декларацій» як засобу боротьби з «псевдонауковцями» [1]) і громадських (діяльність громадської ініціативи «Дисергейт», створення групи «Плагіат» у Facebook) ініціатив, звітів найвідоміших у світі програм із виявлення плагіату (приміром, TurnItIn), соціологічних досліджень (наприклад, найновішого в часі щодо рівня академічної доброчесності серед студентів-бакалаврів в українських ВНЗ [5], здійсненого учасниками Проекту сприяння академічній доброчесності в Україні – SAIUP), власної викладацької практики і навіть напівіронічних обговорень на письменницьких сайтах. Наприклад, користувач «Тори Тамари» на сайті «Мастерская писателя» в іронічно-жартівливому переліку порад «Як назвати роман?» першою позицією подає плагіат: «Порада перша. Плагіат. Постарайтеся взяти яку-небудь відому назву та переробити її, замінивши одне-два слова. А раптом читач вирішить, що це старий автор написав продовження, і радісно порине в читання твого шедевр “Понеділок починається у вівторок”, “Троє у човні не рахуючи вампіра”, “Важко бути Чортом”, “Політ над гніздом звірятка”» [6]. І хоч, на відміну від справжніх плагіаторів, автор матеріалу зазначає і сайт, звідки передруковано матеріал (dreamworlds.ru/poleznoe/51660-kak-nazvat-knigu.html), і, власне, оригінал, написаний Л. Кагановим (lleo.me/arhive/other/nazvania.shtml), справедливим слід вважати відоме афористичне твердження про те, що в кожному жарті жарту лише частка, а все інше – правда.

Тож, зі сказаного вище, можна зробити висновок про вражаючі масштаби експансії плагіату; а також про гостру необхідність запобігання цьому явищу та боротьби з ним. Що ж до останнього, то успіх, на наш погляд, залежить від цілого комплексу чинників, з-поміж яких – усвідомлення серйозності різнорівневих загроз, які спричинює плагіат; розуміння, що, крім іншого, засилля плагіату інспірується корупцією, тож без подолання (чи хоча б обмеження) останньої не можна врегулювати проблеми, спричинені першим; системність державних заходів щодо реформування освіти, яке неможливе без відновлення/утвердження принципів академічної доброчесності; об'єднання зусиль держави і громадськості щодо запобігання плагіату і боротьби з ним тощо.

Вважаємо, що зусилля ВНЗ мають бути спрямовані, передусім, саме на профілактику плагіату, а це і розроблення відповідних Кодексів честі (або доповнення чинних), що міститимуть положення про дотримання академічної доброчесності загалом і запобігання плагіату зокрема; і запровадження чітких механізмів виявлення плагіату та боротьби з ним; і введення в навчальні плани курсів, пов'язаних із утвердженням академічної доброчесності й запобіганням плагіату. Щодо останнього, то проблема плагіату може бути розглянута окремим модулем у ширшому курсі або винесена в окремий курс. Наприклад, її можна розглядати в контексті вивчення авторського права, аксіології чи основ наукової діяльності. Наприклад, у НАУ від 2015 р. відповідні теми з плагіату містить розроблений нами курс «Сучасні українські ЗМІ в ціннісному вимірі» для студентів спеціальності «Журналістика». Згадані теми стосуються, зокрема: особливостей рецепції плагіату в соціумі загалом і в журналістській спільноті зокрема; ефективності використання систем виявлення плагіату; світового досвіду рецепції плагіату та боротьби з ним; цінності унікального тексту й тенденцій у сучасних ЗМК (копіпаст, рерайт, тайпсквотинг та ін.); особливостей рецепції плагіату в контексті культури постмодернізму; розрізнення літературних інтертекстуальних практик і банальної крадіжки; найрезонансніших справ, пов'язаних із плагіатом, тощо. У 2016 р. Н. Шліхта й І. Шліхта розробили методичні рекомендації та базову програму курсу «Основи академічного письма» [8] у межах згадуваного вище Проекту сприяння академічній доброчесності в Україні – SAIUP у партнерстві з МОН України та за підтримки Посольства США в Україні. Проблему плагіату тут запропоновано розглянути в першому модулі (курс складається з трьох: «Формування академічної культури студента», «Усне й писемне мовлення. Написання тексту», «Робота з джерелами. Укладання бібліографії»), в контексті порушень авторського права і впливу їх на формування академічної культури [8, с. 19–20].

План окремого навчального курсу з плагіатознавства запропонувала на своїй сторінці у Facebook [3], поширивши його в групі «Плагіат» у цій же соціальній мережі, учасниця громадської ініціативи «Диссергейт» І. Єгорченко (докладніше про саму ініціативу можна прочитати в згаданій групі або в матеріалі І. Громяк «Мисливці за плагіатом. Як група науковців шукає в Україні горе-академіків» [2]). Науковець, зокрема, пропонує до розгляду такі теми, як розуміння плагіату у світі та в Україні; співвідношення академічного плагіату, авторського права та інтелектуальної власності; плагіат та інші види академічної недоброчесності; коректне цитування; методи знаходження та доведення плагіату; популярні маніпуляції захисників плагіату та плагіатні скандали; необхідність покарань за академічну недоброчесність; штучний інтелект і плагіат; ризики в процесі «боротьби з плагіатом»; плагіат у спеціалізованих галузях; світова практика ставлення до академічної недоброчесності; шляхи боротьби з плагіатом [3].

Ми цілком погоджуємось із необхідністю розроблення окремого спецкурсу, змістом якого буде всебічний розгляд проблеми плагіату. На основі власного дослідження вважаємо, що в контексті роботи з майбутніми журналістами цей курс має, крім запропонованих І. Єгорченко, охоплювати

теми, пов'язані з: 1) розумінням суті, видів, кваліфікуючих ознак плагіату; 2) осмисленням різних аспектів вияву плагіату, зокрема *юридичного* (плагіат як вияв правового нігілізму та зловживання правом на творчість), *аксіологічного* (плагіат як деструктивна ціннісна трансформація), *загальнофілософського* (плагіат у контексті теорій симуляції і симулякрів, семіоцентризму, постмодернізму тощо), *соціальнокомунікаційного* (гіпертекст і плагіат, плагіат (копіпаст, рерайт) як причина, що може призвести до маргіналізації журналістської професії); 3) плагіату в ЗМК (плагіат, до якого вдаються журналісти, і плагіат журналістських матеріалів + плагіат матеріалів про плагіат як різновид останніх) і зусилля ЗМІ в боротьбі з плагіатом.

Методичною основою для розроблення такого спецкурсу можуть бути посібники: «Плагіат у студентських роботах: методи виявлення та запобігання» за редакцією проф. Н. В. Стукало [4], укладений у Дніпропетровському університеті ім. О. Гончара, який містить інформацію щодо історії та видів плагіату, методів виявлення плагіату й запобігання йому, рекомендації щодо оформлення бібліографії та правил цитування; «Що потрібно знати про плагіат: посібник з академічної грамотності та етики для «чайників»», укладений О. О. Гужвою за підтримки Міжнародного фонду «Відродження» у межах проекту № 49169 «Академічна культура українського студентства: основні чинники формування та розвитку», реалізованого Східноукраїнським Фондом соціальних досліджень спільно з Інститутом соціально-гуманітарних досліджень і соціологічним факультетом ХНУ ім. В. Н. Каразіна [9, с. 2]; посібник містить інформацію щодо визначення і видів плагіату, міжнародних і вітчизняних академічних стандартів щодо, вимоги до бібліографічних описів і цитування, огляд програм перевірки тексту на плагіат, рекомендації щодо боротьби з плагіатом, положення про відповідальність за вдавання до плагіату. Крім названих посібників, можна скористатися положеннями захищеної докторської дисертації з юриспруденції Г. О. Ульянової «Методологічні проблеми цивільно-правового захисту прав інтелектуальної власності від плагіату» [7], а також результатами власного дослідження.

Висновки. Таким чином, зміст спецкурсу з плагіатознавства для майбутніх журналістів має бути відображений у темах, пов'язаних із розумінням суті, видів, кваліфікуючих ознак плагіату; рецепцією плагіату в Україні та у світі; осмисленням юридичного, аксіологічного, загальнофілософського, соціальнокомунікаційного тощо аспектів вияву плагіату; аналізом плагіату в контексті академічної доброчесності; розумінням принципів роботи автоматизованих систем перевірок текстів на плагіат; опануванням навичками коректного цитування й використання посилань; специфіки плагіату в галузі соціальних комунікацій тощо.

Список літератури

1. В Україні можуть ввести інтелектуальні декларації. 07.11.2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://osvita.ua/vnz/52873/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 20.03.2017.

2. Громяк І. Мисливці за плагіатом. Як група науковців шукає в Україні горе-академіків / Ілона Громяк // Українська правда. Життя. 21.03.2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://life.pravda.com.ua/society/2017/03/21/223244/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 23.03.2017.

3. Єгорченко І. План навчального курсу з плагіатознавства. 20.11.2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=1840925009518120&id=100008019155471. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 26.03.2017.

4. Плагіат у студентських роботах : методи виявлення та запобігання : метод. посіб. / за ред. Н. В. Стукало. – Дніпропетровськ : ДНУ імені Олеся Гончара, 2013 с. – 44 с.

5. Стадний Є. Мотивація студентів до навчання як визначальна умова академічної доброчесності [відеозапис прес-конференції]. УКМЦ, 21.03.2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=4tyeqAAJkuk>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.03.2017.

6. Тори Тамари. Как назвать роман. 04.04.2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://writercenter.ru/blog/literaturnaya_besedka/kak-nazvat-roman.html. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 07.11.2016.

7. Ульянова Г. О. Методологічні проблеми цивільно-правового захисту прав інтелектуальної власності від плагіату : дис. на здобуття наук. ступеня д-ра юридичних наук : спец. 12.00.03 «Цивільне право і цивільний процес; сімейне право; міжнародне приватне право» [Електронний ресурс] / Ульянова Галина Олексіївна. – Одеса, 2015. – 434 с. – Режим доступу: <http://dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300/2749/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%93%D0%9E..pdf?sequence=5&isAllowed=y>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 23.03.2016.

8. Шліхта Н., Шліхта І. Основи академічного письма : Методичні рекомендації та програма курсу / Наталя Шліхта, Ірина Шліхта. – К. : Б. м., 2016. – 61 с.

9. Що потрібно знати про плагіат: посібник з академічної грамотності та етики для «чайників» / уклад. О. О. Гужва [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://library.kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/biblio/PDF/books_ac-gr.pdf. – Назва з екрана. – Дата перегляду : 26.03.2017.

Тенденції медіа простору України в умовах глобалізації

У статті розглядаються особливості сучасного вітчизняного медіа простору у контексті зростаючої ролі інформації та засобів масової комунікації в умовах глобалізації, зокрема, акцент робиться на питанні формування єдиного медіа простору для забезпечення інформаційного суверенітету країни.

Постановка проблеми. Глобалізаційні процеси, охоплюючи економічну, політичну, соціальну та духовну сфери життя соціуму, дедалі помітніше й інтенсивніше впливають на суспільство загалом. За умов поглиблення глобальної інтеграції та посилення в усіх сферах жорсткої міжнародної конкуренції головною ареною зіткнень, протистояння і боротьби різновекторних національних інтересів держав стає інформаційний простір. Сучасні інформаційні технології дозволяють державам реалізувати власні інтереси без застосування воєнної сили, послабити або завдати значної шкоди безпеці конкурентної держави, яка не має дієвої системи захисту від негативних інформаційних впливів. Зважаючи на це, актуальним є питання розвитку вітчизняної медіа сфери.

У сучасних умовах, зважаючи на їх суспільну важливість, масовість та доступність, значно зріс вплив засобів масової інформації (ЗМІ) на духовні процеси, що відбуваються в суспільстві. Залучаючи громадян до інформаційних відносин, ЗМІ формують певні ціннісно-сміслові моделі для засвоєння суспільством і таким чином змінюють аксіологічну картину соціуму. Здатність швидко охоплювати найбільш широкі аудиторії дає можливість сучасним мас-медіа спрямовувати традиційну систему духовного виробництва в певному напрямі. Тому в розвинутих суспільно-політичних системах панує думка, що той, хто володіє засобами масової інформації, володіє громадською думкою.

Інформаційний вплив є, напевно, найпростішим та найефективнішим. «Ми повинні усвідомити той факт, що ми дізнаємося про світ здебільшого не безпосередньо; переважно йдеться про світ, повідомлений через інформаційні засоби. Те, що людина сьогодні знає, щонайбільше на 20% ґрунтується на її власному досвіді, а 80% передається через пресу, радіо й телебачення». [6, с. 87]

Але проблема полягає в тому, що основні параметри та тенденції розвитку системи мас-медіа, сформованої в Україні, загалом не є адекватними сучасній ситуації і не відповідають потребам суспільства у формуванні сучасної української ідентичності, збереженні культурно-історичної самобутності, виробленні й артикуляції загальносуспільних цінностей, соціалізації особистості, забезпеченні інформаційно-психологічної безпеки громадян. З одного боку, медіа-простір України практично не контролюється суспільством, неефективно контролюється державою і не є національним за змістом, у сенсі домінування у ньому неукраїнського продукту. З іншого боку,

близькою до нуля є інформаційна присутність нашої країни у світі. Україна до цієї пори не досягла інформаційного суверенітету, не виробила дієвих важелів опору культурній та економічній зовнішній експансії у сфері масових комунікацій, не дивлячись на існування відповідного міністерства. [2]. А проблема є досить важливою, зважаючи на наслідки, до яких призвела байдужість держави до здійснення ефективної національно орієнтованої інформаційної політики, особливо на сході країни. Профілактика завжди є більш дієвою, ніж лікування.

Особливо важливим є вплив ЗМІ на формування національної свідомості, оскільки вони виступають вагомим засобом створення історико-культурного інформаційного простору держави, який, по суті, є тим духовно-ідеологічним цементом, що скріплює народ у політичну націю. Відомий фахівець у галузі масових комунікацій В.Лизанчук зазначає: "...людські спільноти творяться мережами інформаційних комунікацій, через які передається необхідна державно-політична, суспільно-економічна, ідеологічна, історична, етнічна та інша інформація. Національна мережа засобів масової комунікації - це один із "трьох китів", на якому базується державна самосвідомість, поряд з національною інтелігенцією та національною політичною елітою" [11, с. 15].

Однак ЗМІ можуть не лише консолідувати суспільство, а й відігравати деструктивну роль, підривати його соціально-психологічну стійкість шляхом створення і просування у масову свідомість негативних ціннісних образів, чужих вітчизняній культурі ідеалів і цінностей. Тому суспільство й держава повинні постійно дбати про нейтралізацію регресивних тенденцій в інформаційно-аксіологічному полі й мобілізувати ресурсний потенціал ЗМІ для формування такої ціннісної системи, яка змогла б забезпечити духовну єдність суспільства.

Сьогодні експерти в сфері ЗМІ констатують, що в провідних світових медіа відбувся різкий зсув в бік прямого маніпулювання суспільною свідомістю. При цьому, використовуючи свідоме викривлення і навіть просто надмірне спрощення реальної картини, світовому співтовариству нав'язується, як правило, одностороння інтерпретація соціально-політичних процесів, економічних реалій, подається оцінка подій прямо протилежна стихійному відношенню до них населення. [8] Подібна тактика спостерігається і в Україні.

М.І.Сенченко зазначає, що «уважний читач преси, глядач телебачення і слухач радіо мимоволі зверне увагу на незаперечний факт, що незважаючи на безліч думок і розмаїття інформації в засобах масової інформації, все ж має місце їх певна направленість. Відсутність видимої цензури не заважає латентним керівникам забезпечувати контроль інформаційного простору». [8]

Джерела масової інформації – надважливий інструмент у формуванні суспільної свідомості. І оскільки владні структури на будь-якому рівні не можуть допустити існування незалежних медіа, то прагнуть встановити практично монолітний контроль за ними, зовні забезпечуючи умовний плюралізм поглядів, створюючи картинку їх розмаїття. А оскільки існує ілюзія видимої різниці в думках, більшість людей не усвідомлює, що ними маніпулюють. Усі підконтрольні теле- і радіостанції, газети, журнали, книги і фільми мовлять одним і тим же голосом, підтримуючи та підспівуючи один одному. А у масового споживача немає альтернативних джерел фактів і ідей,

що могли б надати йому можливість сформувати думку, що йде врозріз з думкою господарів інформаційного ринку.[8] Можливість отримати альтернативну інформацію мають мешканці столиці і великих міст, але у більшості населення країни ці можливості значно обмежені.

Споживачу пропонується одне й теж бачення світу, у якому наче не існує расової дискримінації, допустимі і моральні усіх види сексуальної орієнтації, космополітичне суспільство має переваги, порівняно з націоналістичним, в якому існує націєтворчий етнос. Ці ідеї в унісон звучать в різних ЗМІ, змушуючи людей повірити в їх правильність, думати в суголоссі з ними і втілювати їх у своєму житті, що значно полегшує господарям мас-медіа досягати власних цілей: влади і контролю над суспільством.

Однак ЗМІ можуть не лише консолідувати суспільство, а й відігравати деструктивну роль, підривати його соціально-психологічну стійкість шляхом створення і просування у масову свідомість негативних ціннісних образів, чужих вітчизняній культурі ідеалів і цінностей. Тому суспільство й держава повинні постійно дбати про нейтралізацію регресивних тенденцій в інформаційно-аксіологічному полі й мобілізувати ресурсний потенціал ЗМІ для формування такої ціннісної системи, яка змогла б забезпечити духовну єдність суспільства.

Ця проблема є особливо актуальною сьогодні для України, перед якою стоїть завдання консолідації багатоетнічного українського суспільства в єдину політичну націю з високим рівнем національної свідомості. Оскільки інформаційна діяльність засобів масової інформації буде і надалі незмінно зростати й посилюватися, впливати на всі сторони життєдіяльності суспільства і держави, завдання полягає в тому, щоб ця діяльність відповідала українським національним інтересам, сприяла утвердженню незалежної української держави.

Проте слід зазначити, що нині в Україні відсутній єдиний інформаційний простір. Столичні ЗМІ мало цікавляться життям регіонів, а регіональні ЗМІ висвітлюють місцеві і регіональні проблеми, які мало цікавлять мешканців столиці. Доступність теле- і радіотрансляцій з Києва не означає наявності значного інтересу до них в українській глибинці, а відтак, ЗМІ не виконують інтеграційну функцію.

Проаналізувавши регіональну пресу на предмет висвітлення найбільш поширених у регіонах України поглядів на проблеми, що входять до структури української національної ідеї, науковці Інституту політичних і етнонаціональних досліджень НАН України, засвідчили, що “про єдність підходів регіональних ЗМІ до розуміння, а отже, й до роз’яснення читачам основоположних чинників формування загальнонаціональної ідентичності в Україні говорити зарано. Далеко не всі ЗМІ розуміють українську національну ідею як тріаду національного історичного міфу, сучасного національного інтересу та спрямованого у майбутнє національного ідеалу. Заангажовані певними політичними силами, з їх внутріполітичними та зовнішньополітичними інтересами і орієнтирами, регіональні засоби масової інформації викладають (пропагують) саме їхнє бачення складових цієї тріади” [10, с. 146].

В Україні взаємодія сучасної суспільно-політичної структури з медіа спричинили появу медіаполітичної системи, завданням якої стала розробка

корпоративної ідеології, вербалізація корпоративного мислення та розповсюдження зовні корпоративної ментальності під виглядом інтересів, які є важливими для громадськості. Подібні медіа об'єднання стали своєрідною структурою інституалізації різних центрів політичної влади, репрезентуючи партії та їх лідерів, формуючи та розповсюджуючи партійні програми та ідеї, позиціонуючи їх, забезпечуючи зв'язок з електоратом, лобіюючи прийняття необхідних політичних рішень. Основою медіаполітичної системи, яку ситуативно утворили великі медіа-холдинги, стала інтегрована комунікативна модель, що включає медіа, рекламу та паблік рилейшнз. Вони створюють своєрідне “силове поле” суспільства, де і політичні структури, і вказана модель володіють певними атрибутами громадської влади [2].

Сьогодні в Україні склалася така ситуація, коли група найбагатших українців не тільки підм'яла економіку, але контролює і ЗМІ як регулятор настроїв населення, а також політику як джерело влади — два канали, через які активна частина суспільства могла б ініціювати серйозні зміни та реформувати країну на демократичних засадах. Основні параметри та тенденції розвитку системи мас-медіа, що сформувалася в Україні, загалом не є адекватними потребам суспільства у формуванні сучасної української ідентичності, збереженні культурно-історичної самобутності, виробленні й артикуляції загальносуспільних цінностей, соціалізації особистості, забезпеченні інформаційно-психологічної безпеки громадян. Україна до цієї пори не досягла інформаційного суверенітету, не виробила дієвих важелів опору культурній та економічній зовнішній експансії у сфері масових комунікацій [3].

Штучна інформаційна ізоляція громадян шляхом механічного “огородження” свого комунікативного середовища дає короткочасний позитивний ефект при гальмуванні розвитку країни та відсуванні її на периферію світового розвитку в довгостроковій перспективі. Існує альтернатива, яка є значно складнішою у реалізації, проте оптимальною для України: політико-правова модернізація суспільства, паритетна участь України у світовому інформаційному обміні на основі збереження та примноження власних духовно-культурних цінностей, вироблення сучасної української ідентичності.

Для її формування на думку М Сенченка, потрібні установи, які б сприяли вільному обміну інформацією, які б наклали почуття відповідальності на всіх членів суспільства від читачів до журналістів, парламентарів, політиків. Сьогодні всі члени суспільства повинні навчитися нелегкому мистецтву взаємодії у демократичному суспільстві, поважати думки інших, вміти вільно обмінюватись ідеями та поглядами. Свобода й незалежність засобів масової інформації характеризується трьома основними чинниками: наявністю суспільного контролю за засобами масової інформації; наявністю вмілих організаторів, які забезпечують функціонування мас-медіа в ринкових умовах; професіоналізмом і відповідальністю журналістів [8].

Ще одне питання, яке б не хотілось обійти увагою, це питання змістовного наповнення вітчизняного інформаційного простору й, передусім, українських ЗМІ. Суспільство, яке обрало демократичний шлях розвитку, не

може ігнорувати твердження, що демократичних ідеалів можна досягти лише тоді, коли всі виборці в цілому освічені й поінформовані настільки, що розуміють суть найважливіших політичних проблем і ухвалюють щодо них відповідні рішення. Проте тоді освічене суспільство може не ухвалити рішення потрібне владоможцям, не проголосувати за потрібних людей, і перетворитись не на рушійну силу демократії, а на небезпеку. Тому зрозуміло, що комерційні ЗМІ не можуть виконувати просвітницьку роль належним чином і дбати про підвищення рівня політичної освіченості й культури. Багато хто з їхніх представників заявляють, що мас-медіа мають давати людям лише те, що вони хочуть, а хочуть вони, в першу чергу, розваг.

Аналіз інформаційної сфери, яка забезпечує інтеграцію суспільства за допомогою засобів масової комунікації свідчить, що на практиці багато рішень навіть у верхніх ешелонах державної влади можна приймати не відповідно до, а всупереч одержуваній інформації. Тому отримана інформація є лише передумовою, а не фактором політичних дій. Однак інформація “не знаходячи виходу в практичних діях людей, підточує підстави їхнього політичного статусу, підриває відповідні традиції” [5]. Інформаційні ресурси та інформаційна інфраструктура в сучасних умовах стають ареною міжнародної боротьби за світове лідерство, за досягнення певних стратегічних і тактичних політичних цілей.[1].

Україна отримала у спадок монопольну радянську систему державного телебачення, не пристосовану до зворотнього зв'язку з суспільством й орієнтовану на одностороннє “мовлення” держави до населення. Таким чином, в Україні склалася дуальна система телерадіомовлення не західного (громадське – комерційне ТБ і радіо), а швидше пострадянського (державне – комерційне) типу. Досі не створене суспільне мовлення, відсутня ефективна система громадського і державного контролю над ЗМІ, а тому, маючи значні медіа ресурси Україна залишається класичною країною-реципієнтом, яка, масово споживаючи іноземний інформаційний продукт, практично не має свого “голосу” у світовому комунікаційному середовищі” і тому практично не захищена від чужих інтерпретацій і «картин світу», а відтак – від чужих оцінок, ідей та міфів, масштабного маніпулювання громадською думкою і окремими політичними групами ззовні.

Висновки

На жаль, сьогодні система українських національних ЗМІ об'єктивно поки що не орієнтована на формування розвиненої національної свідомості та державно-політичної ідентичності, збереження культурно-історичної самобутності українського суспільства. Значна частина ЗМІ орієнтована не на задоволення комунікативно-інформаційних та просвітницько-виховних потреб суспільства, а насамперед на обробку суспільної свідомості в інтересах різних політичних сил, висвітлює приватні чи корпоративні інтереси певних фінансово-економічних угруповань.

Інформаційно-культурний простір нашої держави формується під впливом могутніх інформаційних потоків зарубіжних країн, заповнений культурними зразками не найкращої якості, чужими ідеалами й цінностями і,

по суті, не є національним за своїм змістом. За цих умов засоби масової інформації не сприяють формуванню і зміцненню національної свідомості, а виступають потужним і постійно діючим фактором обездуховлення та денационалізації українців, деморалізації та ідейно-політичної дезорієнтації суспільства.

Україна до цього часу не виробила дієвих механізмів захисту власного інформаційно-культурного простору від зовнішньої експансії. Відсутнє чітке законодавство щодо регулювання діяльності засобів масової інформації з урахуванням важливої ролі ЗМІ для розвитку духовності та формування в суспільстві духовно-ціннісних орієнтацій. Системно і постійно порушується мовне законодавство, що не сприяє утвердженню державної української мови і принижує національні почуття свідомої частини українців.

Важливою умовою формування в Україні цілісного національного інформаційно-культурного простору має стати реалізація вираженої державної інформаційної політики, яка б створювала необхідні умови для повноцінного функціонування у суспільстві вітчизняних ЗМІ як важливого чинника формування і зміцнення національної свідомості громадян України, утвердження незалежної держави.

Список літератури

1. Гнатюк С.Л. Медіа-простір України в умовах глобалізації // Стратегічна панорама. – № 1. – Режим доступу: <http://www.natoua.org/news.php?nid=22/>
2. Гнатюк С.Л. Національні медіа як чинник формування сучасної української ідентичності та консолідації суспільства – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/Monitor/April/11.htm>.
3. Демченко С.В. Медіаполітична система в сучасній Україні (інтегрована комунікаційна модель): Автореферат дисерт. на здобуття наук. ступ. канд. політ. наук за спец. 23.00.02 – політичні інститути та процеси. – Дніпропетровськ, 2004.
4. Информационные ресурсы власти и формирование новой постклассической картины политического мира XXI в. // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 12. Политические науки. – 2004. – № 2. – С. 26–37.
5. Карлова В. ЗМІ і національна свідомість // режим доступу <http://www.academy.gov.ua/ej/ej6/txts/07kvvu>
6. Квіт С. Масові комунікації. // режим доступу <http://pidruchniki.ws/>
7. Лизанчук В. Феномен невмирущості нації // Наукові записки АН ВШ України. – 2004. – Вип. 6,9-29. – С. 74-81.
8. М. І. Сенченко Незалежність України і засоби масової інформації // режим доступу: <http://www.informatio.org.ua/DOCUMENTS/i2005/reports/Senchenko.pdf>
9. Семенченко І. Тенденції інформаційного простору України в умовах глобалізації. // режим доступу http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2010/Politologia/63701.
10. Соснін О.В., Шиманський Л.Є. Інформаційні ресурси України: Монографія/ За заг. ред. О.В. Сосніна. – К.: НISД, 2002. – С. 78.
11. Регіональні версії української національної ідеї: спільне і відмінне: 3б. ст. - К.: Світогляд, 2005. – 186 с.

А. Д. Ліченко, викладач
(Національний авіаційний університет, Україна)

Перспективи розвитку glance-журналістики у вітчизняному інформаційному просторі

Діджиталізація мас-медіа внесла корективи в стандарти подачі інформації, на зміну класичним жанровим формам прийшли конвергентні, відбулася поляризація вимог аудиторії щодо тематики та обсягу медіатексту. Мета розвідки – охарактеризувати перспективи розвитку glance-журналістики в українському медіапросторі та модифікацію обсягів новинних повідомлень у інтернет-ЗМІ.

Сучасна інтернет-журналістика характеризується стрімким розвитком малих жанрових форм. Обсяги повідомлень стрічки новин онлайн-ЗМІ можуть варіюватися від 600 знаків (з пропусками/інтервалами) до 4 тисяч, але наведені цифри варто розглядати як умовні, оскільки кожне медіа керується власними стандартами. У межах дослідження було визначено та зіставлено обсяги повідомлень стрічки новин (за 19 березня 2017 року) інтернет-ресурсів «Українська правда» та «Дзеркало тижня» [Таблиця 1]. Результати засвідчили, що найбільша кількість повідомлень потрапила у категорію 600-1500 знаків. Таким чином, прослідковується тенденція скорочення обсягів новинних повідомлень, яка зумовлена багатьма чинниками, зокрема, інформаційним перенавантаженням реципієнта в умовах стрімкого зростання новинних потоків та його бажанням отримувати інформацію стисло та оперативно.

Таблиця 1.

Обсяг повідомлення/ к-ть знаків з пропусками	Кількість повідомлень	
	«Українська правда»	«Дзеркало тижня»
до 600 знаків	5	0
600-1500 знаків	27	22
1500-2500 знаків	11	15
понад 2500 знаків	4	2

Медіа-експерт Максим Саваневський слушно зауважує, що аудиторія онлайн-ЗМІ практично не читає новин, особливо, якщо текст більше 2 тис. знаків, натомість надає перевагу перегляду заголовків [2]. Зважаючи на такі пріоритети читачів, інтернет-медіа все частіше використовують інформаційні заголовки, які чітко передають основний зміст повідомлення, наприклад, «На Київщині голову сілради впіймали на хабарі 250 тис. євро» (<http://www.pravda.com.ua/news/2017/03/20/7138735/>), «У штабі АТО спростували інформацію про військових на фенольному заводі у Торезьку» (<http://tyzhden.ua/News/188085>), «У Південному Судані розбився пасажирський літак з 44 особами на борту» (<http://tyzhden.ua/News/188061>), «Насіров

відвідував, що здав документи, які дають йому право на виїзд із країни» (<http://tyzhden.ua/News/188081>). Проте інтернет-ЗМІ не відмовляються від використання мотивуючих заголовків, які лише натякають на зміст повідомлення та спонукають читача перейти за посиланням до основного тексту. У праці «Як нові медіа змінили журналістику» Сергій Паранько зазначає: «У час, коли на читача лине шквал новин, основним завданням журналіста є не пошук інформації, а її фільтрація, перевірка та тлумачення [1, с. 6]».

Сьогодні ЗМІ активно впроваджують нові форми подачі інформації, які б максимально задовольнили інтереси того сегменту читачької аудиторії, який прагне затрачати мінімум часу на перегляд новинних повідомлень, однією з таких нових форм стала glance-журналістика («журналістика одного погляду», «журналістика швидкого погляду»). Вперше цей термін у 2014 році використав у своєму матеріалі «Wearables could make the „glance“ a new subatomic unit of news» Ден Шеноф. Він акцентував увагу на тому, що сучасні цифрові пристрої такі, як Apple Watch, потребують нової «атомної одиниці контенту» [6]. Фактично такою одиницею стає класичний інформаційний заголовок, який максимально лаконічно дає відповіді на питання що? (хто?) і де?, питання коли? вже не є таким актуальним, як раніше, оскільки в діджитал середовищі інформація поширюється практично миттєво. Також glance-журналістику частково можна ототожнити із користувацькими Twitter-записами без посилань, проте навіть твіти є більшими за обсягом, ніж формат «glance». Варто зауважити, що власне поняття «glance» з'явилося на позначення компактних повідомлень від додатків смартгодинників Apple Watch, компактність цих повідомлень зумовлена розмірами дисплея пристрою (38×38 або 42×42 мм).

Таким чином, glance-журналістика – це галузь цифрової журналістики, метою якої є оперативне забезпечення реципієнта контентом, на сприйняття якого потрібні мінімальні часові затрати (у межах декількох секунд). «The New York Times» стало першим виданням, яке почало працювати у цій сфері, редактори зрозуміли, наскільки важливим є «утримувати» аудиторію, утверджувати свій бренд, бути присутнім на усіх цифрових пристроях, з якими контактує потенційний читач не лише малих жанрових форм, а й великих текстових форматів. Розглядаючи парадокси веб-журналістики, вітчизняний науковець Борис Потятиник не оминає питання glance-журналістики, він коментує це явище так: «Навіть поверхове та побіжне читання заголовків та фрагментів різних текстів, що кожний з нас звичайно робить упродовж тривалого часу, складається в мозаїку макротексту. Тому навіть такі побіжність і поверховість можуть мати свою ще не до кінця зрозумілу вартість [3]». Ймовірно, що розвиток glance-журналістики матиме безпосередній вплив на суспільство, так зване «заголовкове читання» допоможе пересічному читачу краще орієнтуватися в безперервному інформаційному потоці, бути завжди інтегрованим у «подієве» середовище. Разом із цим з'являється загроза того, що така максимально відфільтрована інформація створюватиме в уяві реципієнта хибну картину світу, він отримуватиме лише те, що йому пропонуватимуть, а формат «швидкого погляду» не спонукатиме його до пошуків відповідей на ті чи інші актуальні питання. До того ж, якщо певний сегмент аудиторії ЗМІ при звичається до читання виключно новин у форматі заголовків, то з часом його

вже буде набагато складніше перелаштувати на споживання великого за обсягом контенту.

Розвиток glance-журналістики в Україні безпосередньо залежить від розширення та модернізації вітчизняного цифрового простору. Нині попит на отримання «швидких» новин зростає, відповідно розвивається ринок різноманітних додатків для смартфонів, планшетів та інших гаджетів, проте новинні додатки ще не є конкурентами традиційним медіа та соціальним мережам. Ймовірно, що в Україні збільшуватиметься частка читачької аудиторії, яка отримує інформацію з онлайн-ЗМІ та соцмереж, але нині перехід до нових медіа відбувається сповільнено. Цю тезу підтверджує опитування, проведене Київського міжнародного інституту соціології на замовлення громадської організації «Детектор медіа» у грудні 2016 року: 87,1% засвідчили, що респондентів отримують інформацію про стан справ в Україні з загальнонаціональних телеканалів; з неофіційних джерел – від родичів, друзів і сусідів – 47,7%, з онлайн-ЗМІ – 40,7%, з соціальних мереж – 20,6% [4].

Отже, розвиток glance-журналістики зумовлений як появою нових цифрових пристроїв і бажанням ЗМІ використовувати усі можливі масовокомунікаційні канали, так і зміною вподобань сучасного споживача інформації. Нині glance-журналістику все ще складно називати світовою тенденцією, її радше ототожнюють із давно відомим «заголовковим читанням», проте вона є сучасним комунікаційним явищем, а тому потребує подальшого вивчення.

Список літератури

1. Как новые медиа изменили журналистику. 2012—2016 / [А. Амзин, А. Галустян, В. Гатов и др.]. – Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2016. – 304 с.
2. «Люди перестають читати новини, а тільки «лайкають» заголовки», – медіа-експерт Максим Саваневський [Електронний ресурс] // НСЖУ. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://nsju.org/article/4560>.
3. Потятиник Б. Декілька парадоксів веб-журналістики [Електронний ресурс] / Борис Потятиник // Медіакритика. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mediakrytyka.info/za-scho-krytykuyut-media/dekilka-paradoksiv-veb-zhurnalistyky.html>.
4. Українці переважно взнають новини з телевізора, від родичів і сусідів [Електронний ресурс] // Українська правда. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.pravda.com.ua/news/2017/02/13/7135281/>.
5. Moran R. Big story tiny space [Електронний ресурс] / Robert Moran // Brunswick review. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.brunswickgroup.com/media/542289/Brunswick-Review-data-issue-glance-journalism.pdf>.
6. Shanoff D. Wearables could make the “glance” a new subatomic unit of news [Електронний ресурс] / DAN SHANOFF // NiemanLab. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.niemanlab.org/2014/09/wearables-could-make-the-glance-a-new-subatomic-unit-of-news/>.

*О. І. Кулинич, кандидат історичних наук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Кодекс професійної етики в основі роботи журналіста

Дана стаття розглядає етичний кодекс як фундамент в роботі засобів масової інформації. В ній розкриваються основні положення кодексів різних країн світу й етичні норми життя важливі в медійній практиці.

Інтенсивний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій в сучасному світі має значний вплив на всі сфери людської діяльності, в тому числі й культуру та її прояви в роботі різних професійних груп.

Специфіка роботи журналіста передбачає високу відповідальність перед суспільством. Тому до журналістів висувають високі моральні вимоги, які уособлені у професійній журналістській етиці. Норми і стандарти професійної етики журналіста зафіксовані в національних та міжнародних етичних кодексах й документах. Вони розроблялися роками й з'явилися переважно в результаті розв'язання різноманітних конфліктних ситуацій. Зафіксовані норми стали інструментом в боротьбі зі зловживаннями свободою слова та основою для виховання нового покоління журналістів.

Теорію та практику журналістської етики вивчає чимало дослідників як вітчизняних, так і зарубіжних. Серед українських вчених, що аналізують дану проблему під різними кутами назвемо Кузнецову О. [6], Ширченко Я. [8], Кутовенко О. [6], Приступенко Т. [7], Різуна В. та ін.

Серед зарубіжних дослідників слід згадати англійського науковця Едмонда Грега, американців Девіда Боєніка та Мет'ю Моргана. Мішель Кунчік стверджує, що журналіст, як і кожна людина має власний погляд в будь-якій ситуації, а отже не може бачити «правду». Тож журналіст може лише максимально, на скільки це можливо, об'єктивно здійснити аналіз та висловити свою думку [3]. Італійський філософ Лучіано Флоріді ввів такі категорії як моральність інформації, її сучасність, нормативність, а також інформаційне переповнення [2]. Тож проблема журналістської етики привертає увагу багатьох науковців, але через її багатогранність й варіативність є досі не вичерпаною.

В Україні існує значний розрив між теорією та практикою журналістської етики. Такий стан журналістики в Україні має свої причини. По-перше, історичний спадок залишений радянським суспільством, в якому основною функцією журналіста була пропаганда. По-друге, сучасний соціально-економічний рівень українського суспільства змушує більшість журналістів розглядати свою професію як ремесло, що є засобом до існування. В такій ситуації, часто етичні норми та пошуки істини відходять на другий план. Серед інших причин низької професійної етики журналістів в Україні науковці також називають недостатній рівень духовного розвитку суспільства й особистості, неякісну освіту тощо.

Проблема журналістської етики вже давно вийшла за рамки виключно фахових питань. Сучасні інформаційні технології, які забезпечують безперервний масовий потік інформації, ще більш зміцнили зв'язок між журналістом та суспільством. Саме журналісти сьогодні посідають провідне місце в формуванні громадської свідомості. В такій ситуації журналіст може стати інструментом в руках влади чи будь-яких впливових груп, або може працювати на благо суспільства.

На сьогодні нормою багатьох професій є фіксування основних принципів етики у професійних кодексах. Журналістські етичні норми стали результатом теоретичного осмислення професійної моралі й практичного розв'язання конфліктів в даній сфері.

Щодо появи першого в історії кодексу професійної етики журналіста досі точаться дискусії. Деякі дослідники називають 1900 рік – поява шведського Кодексу етики журналіста, який був написаний, але так і не застосовувався на практиці. Інші дослідники схиляються до першості французів. Хартію професійних обов'язків французьких журналістів було прийнято й введено в дію французьким Національним синдикатом журналістів 1918 року. Перший український кодекс професійної етики журналіста був прийнятий Спілкою журналістів України 25 вересня 1992 року, а в квітні 1997 року на IX з'їзді Спілки журналістів України було прийнято другий варіант кодексу, в який у 2002 році було внесено додаткові зміни.

Кодекси професійної етики не є законами з юридичної точки зору. Це набір правил та норм поведінки, яких за власною волею мають дотримуватись професіонали галузі. Проте окремі кодекси містять прямі вказівки на санкції і порядок їх застосування. Наприклад, у Молдові найбільшим покаранням є виключення з лав Спілки журналістів. У поляків порушення розглядає спеціальна судова колегія журналістів, яка може вдатися до дисциплінарних стягнень. У Швеції Рада з питань засобів масової інформації може накласти на газету штраф у випадку винесення Радою рішення про визнання засобів масової інформації винними у порушенні етичних стандартів журналістики. В Данії, парламент ухвалив затверджений Національним союзом журналістів Кодекс поведінки як спеціальний закон. Отже, в Данії кодекс поширюється не лише на окремих журналістів, але й на всі засоби масової інформації, тобто на юридичних осіб і редакції ЗМІ.

Типовою для багатьох країн є практика створення органів саморегулювання, які об'єднують асоціації видавців, журналістів, інформаційні агентства тощо. В якості органів самоконтролю у більшості країн Європи діють Ради з питань засобів масової інформації. Такі ради є громадськими організаціями, до складу яких входять представники громадськості, не пов'язані з діяльністю мас-медіа.

В Україні органом самоконтролю є Комісія з журналістської етики, що розглядає конфліктні ситуації етичного та професійного характеру, які виникають в журналістському середовищі та між цим середовищем й громадськістю у зв'язку з виконанням журналістами свого професійного обов'язку.

Основою для багатьох національних кодексів журналістської етики стали декілька міжнародних документів. Ще 1926 року була заснована Міжнародна федерація журналістів, яка сьогодні є найбільшою організацією в світі й об'єднує понад 500 000 професійних працівників ЗМІ. Дана федерація на Другому всесвітньому конгресі 1954 року прийняла Декларацію принципів поведінки журналістів, яка є актуальною й дотепер (деякі зміни було внесено 1986 року).

Протягом 1978-1983 років міжнародною спільнотою було проведено ряд міжнародних та регіональних консультативних зустрічей, в яких всього взяло участь близько 400 000 журналістів. Результатом цих зустрічей стало затвердження у 1983 році міжнародних принципів журналістської етики. 1970 року була підписана Мюнхенська (європейська) декларація прав та обов'язків журналіста. 1993 року Парламентська асамблея Ради Європи затвердила резолюцію 1003 «Про етичні принципи журналістики».

Данні міжнародні документи визначають основні положення журналістської етики:

- право суспільства отримувати точну інформацію про факти і події;
- проведення чіткого розмежування між поширюваною інформацією і коментарями;
- здобування інформації чесними способами, уникнення невинуватених посягань на приватне життя, дифамації і необґрунтованих звинувачень;
- виправлення будь-якої оприлюдненої інформації, яка в подальшому виявляється неточною;
- дотримання таємниці щодо конфіденційного джерела інформації;
- не заохочення будь-якого насильства, ненависті, нетерпимості чи дискримінації, що ґрунтується на расі, статі, сексуальній орієнтації, мові, релігії, політиці чи інших думках, національного, релігійного чи соціального походження.

Мюнхенська загальноєвропейська хартія журналістів своєю першою вимогою ставить пошук правди незалежно від наслідків, які матиме оприлюднення цієї правди безпосередньо для журналіста. Інша важлива вимога Мюнхенської хартії - не надавати анонімної інформації, тобто оприлюднювати тільки ті дані, джерело яких можна підтвердити. Декларація принципів поведінки журналіста Міжнародної федерації журналістів чітко визначає перелік порушень, які є недопустимі в професійній роботі ЗМІ:

- плагіат;

- навмисне перекручування фактів;
- наклеп, образа, необґрунтоване звинувачення;
- отримання хабара в будь-якій формі за публікацію (не публікацію) того чи іншого матеріалу.

Пункт 15 Резолюції ПАРЕ 1003 (1993) визнає право на інформацію фундаментальним правом громадянина, який наділений також правом вимагати, щоб інформація, що надається йому журналістами, була достовірною, в тому, що стосується новин, і чесною в тому, що стосується думок і коментарів, без стороннього втручання зі сторони влади і приватного сектору. У зв'язку з цим, засоби масової інформації не повинні використовувати ні якість ні зміст новин або оцінок і коментарів для розширення читачької чи глядацької аудиторії, або з метою збільшення доходів від реклами. Вищезгадані положення міжнародних документів знаходять своє відображення в більшості національних кодексів професійної етики журналіста, які розробляються з урахуванням місцевих реалій та національного законодавства. В більшості країн кодекси обговорювались та затверджувались на з'їздах журналістів, представників ЗМІ, інформаційних агентств і, в деяких випадках, за участі представників держави.

Спектр етичних вимог до журналіста є дуже широкий. Сьогодні вже нараховується 97 кодексів професійної журналістської етики в різних країнах світу [8]. Але, все ж таки, періодично в країнах розпалюються дискусії й висуваються пропозиції щодо змін деяких положень кодексів.

Так чи інакше, але факт існування кодексів професійної етики в більшості країн світу вже є важливим показником рівня культури суспільства. Питання етики стали важливою складовою в роботі багатьох ЗМІ та інформаційних агентств, а тому більшість з них формують власні кодекси як для співробітників, так і для установи в цілому. Існує багато досліджень науковців різних країн, в яких аналізуються кодекси професійної етики журналістів та ЗМІ.

Британський дослідник Томас Купер визначив три основні проблеми в сфері медійної етики, які характерні для етичних кодексів всіх країн світу:

- «Пошук правди» – в тій чи іншій формі даний концепт присутній у всіх кодексах;
- «Відповідальність» – з'являється під різними ракурсами й за часту переплітається з концептом «справедливість»;
- «Свобода слова та самовираження» – основна ідея даного положення, що інформаційний потік має текти легко та бути вільний від цензури й будь-якого зовнішнього впливу [1].

Тіна Лаїтіла здійснила ґрунтовне дослідження 31 європейського кодексу журналістської етики. Вона об'єднала в групи етичні норми, що визначаються в кодексах й проаналізувавши вивела їх відсоткове співвідношення:

- 40% кодексів формують відповідальність журналістів перед суспільством (правдивість та чіткість інформації, захист прав громадськості,

відповідальність з точки зору впливу на громадську думку та суспільну свідомість);

- 23% кодексів містять принципи захисту професійної інтеграції журналістів (захист від будь-яких варіантів тиску з боку влади, роботодавця, замовників рекламних статей);

- 22% кодексів зазначають про відповідальність по відношенню до інформаційних ресурсів (вимоги щодо збору та оприлюднення інформації);

- 9% кодексів містять пункти про захист статусу журналіста та професійну солідарність;

- 4% кодексів формулюють вимоги та зазначають про відповідальність перед роботодавцем;

- 2% згадують про відповідальність перед державними установами [4].

Таким чином, універсальними етичними вимогами є етичні цінності, що допомагають журналістам зайняти певну позицію, висловити думку, дати оцінку. Кожен журналіст має відчувати відповідальність за своє слово, адже воно може як викликати нестримну бурю так і схилити до укладання миру. Тому норми етики в журналістській практиці мають бути універсальними на всі випадки. Правдивість, об'єктивність, чесність, соціальна відповідальність і порядність мають стати основою моральних цінностей всіх журналістів-професіоналів свої справи.

Список літератури

1. Cooper T. Communication ethics and global change / T. Cooper, R. White. – London: Longman Group, 1989. – 319 p.

2. Floridi L. The Ethics of Information / Luciano Floridi. – London: Oxford University Press, 2015. – 384 p.

3. Kunczik M. Freedom of the press - where to draw the line? [Електронний ресурс] / Michael Kunczik – Режим доступу до ресурсу: <http://www.fes.de/fulltext/iez/00710a.htm#E9E1>.

4. Laitila T. Journalistic Codes of Ethics in Europe / Tiina Laitila. // European Journal of Communication. – 1995. – P. 527–544.

5. Кузнецова О. Журналістська етика та етикет / О. Д. Кузнецова. – Львів: Світ, 1998. – 411 с.

6. Кутовенко О. Журналістська етика в Україні: розбіжності між практикою та теорією [Електронний ресурс] / Олена Кутовенко // Європейської обсерваторії журналістики (ЕЮ). – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://ua.ejo-online.eu/725/>.

7. Приступенко Т. Теорія журналістики. Етичні та правові засади діяльності засобів масової інформації [Електронний ресурс] / Т.О. Приступенко – Режим доступу до ресурсу: http://pidruchniki.com/1584072018993/zhurnalistika/teoriya_zhurnalistiki.

8. Ширченко Я. Журналістська етика та принципи професійної моралі журналіста [Електронний ресурс] / Ярослава Ширченко. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: <http://journlib.univ.kiev.ua/index.php?act=article&article=1488>.

*В.М. Васильченко, кандидат філологічних наук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Нові тенденції у мові мас-медіа: мовна гра

Визначено характер і параметри явища мовної гри, проаналізовано її використання у текстах сучасних ЗМІ, окреслено типи її прийомів, охарактеризовано мету їхнього використання.

Серед багатьох тенденцій розвитку медіа-простору сьогодення – підвищення рівня технологізації інформаційних потоків та пошук нових засобів і форм трансляції значеннєвого масиву та його естетико-експресивного супроводу. Одним із прийомів, що дає змогу посилити виражальність публіцистичного тексту, є мовна гра (далі – МГ). Основою для неї виступають процеси нівеляції мовних норм, володіння якими забезпечує розуміння повідомлюваного; інакше кажучи, для адекватного сприйняття тексту треба знати мовні норми та володіти фоновими знаннями, оскільки МГ ґрунтується на «відхиленні від стереотипів при усвідомленні нормативності цих стереотипів» [3, с. 147].

МГ являє собою специфічний різновид мовотворчої семіотичної діяльності. Подібно до будь-якої гри, вона відбувається за правилами, до яких належать: «1) наявність учасників гри – виробника й одержувача мовлення, 2) наявність ігрового матеріалу – мовних засобів, які використовуються виробником і сприймаються одержувачем мовлення, 3) наявність умов гри, 4) знайомство учасників з умовами гри, 5) поведінка учасників, що відповідає умовам і правилам гри» [6].

Процеси МГ створюють інші порівняно з узусом і нормою засоби трансляції відповідних сенсів, здійснюють об'єктивацію нового змісту, зберігаючи або змінюючи стару форму. Ідея МГ нівелює протиставлення, що виникає між узуальністю та okazіональністю мовних одиниць. Для привернення уваги реципієнта мову роблять незвичною, позбавляють її автоматизму сприйняття: трансформують сталі вислови, створюють okazіоналізми, «міксують» різні стилі (скажімо, офіційно-діловий із розмовним), обігрують внутрішню форму слова чи фразеологізму, зіштовхують різні граматичні форми тощо. Отже, МГ слід кваліфікувати як навмисне відхилення від літературної норми, при якому автор свідомо йде на порушення чинних норм з розрахунком на те, що реципієнт мусить розшифрувати це відхилення [5, с. 139].

Розробленню проблематики МГ присвятили свої публікації Н. Акімова, І. Блинова, О. Васіна, О. Горошко, Т. Грідіна, Л. Гриценко, Г. Гершун, Ю. Деремєнда, К. Дорошенко, С. Лясова, Н. Карпенко, Т. Колокольцева, А. Коваленко, О. Косенко, Т. Космеда, Н. Кондратенко, Т. Крутько, Н. Кутуза, Л. Лісоченко та О. Лісоченко, Н. Непийвода, Ю. Пирогова, О. Порпуліт, М. Русін, В. Санніков, О. Сковородников, І. Сніховська, О. Тимчук, Н. Третьак, О. Халіман, Л. Чернюх, Б. Шарифуллін та ін.

Уперше термін «мовна гра» у праці «Філософські дослідження» використав австрійський філософ Людвіг Вітгенштайн. У терміносистемі лінгвістики синонімічними до цього терміна виступають такі одиниці, як «гра слів», «мовленнєва гра», «словесна гра». Цей факт є доказом того, що дослідники не лише по-різному позначають це поняття, а й трактують [9, с. 226]. Дослідження провідними європейськими філософами феномена МГ показали, що гра у функції чинника формування культури, проникаючи в усі сфери людської життєдіяльності, забезпечує змогу мові виконувати різноманітні функції в її процесі [2, с. 142].

Сьогодні МГ розглядають як засіб: 1) створення комічного ефекту; 2) емоційної комунікації; 3) формування стилістичних ефектів; 4) естетичного впливу; 5) лінгвосинергетики тощо. Крізь призму цього можна вести мову про наявність широкого та вузького розуміння терміна «мовна гра» [1, с. 14].

Вияви МГ можливі на різних рівнях мовної системи. Найчастіше «граються» у сфері фонетики (римування, ономапоєа, паронимазія) та графіки (різні види шрифтів, які привертають увагу та викликають певне ставлення до написаного тощо) [8, с. 284].

О. Порпуліт констатує, що в Україні МГ вже не виступає як виключно літературний експеримент – вона стала частиною нашого щоденного життя. Доводять це численні випадки її застосування в текстах українських мас-медіа, рекламних слоганах, назвах кінофільмів тощо. Факт поширення цієї специфічної форми комунікації в сучасному житті пов'язують з такими явищами, як: а) «словесна інфляція» – йдеться про надмірність інформації, в результаті чого реципієнт втрачає інтерес до повідомлення; реакцією на це (щоб зацікавити споживача, привернути його увагу в тексті й використовується МГ) виступає «комунікативна аномалія» – нестандартний підхід до використання мови; б) *інтертекстуальність* – мова йде про текст, на який автор реципієнту натякає і який зберігається в пам'яті останнього, про своєрідні «криптограми» («зашифрований тайнопис»), відповідний набір конотацій, завдання яких – установлення «таємного» контакту між адресантом і адресатом повідомлення. Через те МГ, будучи прийомом із максимально стислою графічною формою, одержує багате семантичне наповнення й перетворюється на найекономішій спосіб комунікації [7]. Отже, у процесі МГ відбувається відхід від норми (на її тлі) – «нестандартизація» мови на тлі її стандарту – з метою створення відповідних стилістичних ефектів, експресивізації текстових фрагментів.

Можна виділити кілька прийомів МГ, виявлених в опрацьованих мас-медійних текстах. Це використання:

1) засобів інших мов (переданих як латиницею, так і кирилицею): а) як словотворчих компонентів: *VIP-nin: ЗМІ показали елітне майно головного священика Харківщини* (<http://politolog.net/ukrnews-php/vip-pip-zmi-pokazali-elitne-majno-golovnego-svyashhenika-xarkivshhini-video/>); *Шатун і backvocal-шатунята* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/grytsenko/582b1785634b3/>), *Піар-угар* *генпрокурора* *Луценка* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/leschenko/583c37a059cff/>). Такі компоненти, як правило, доволі впізнавані; б) як окремих слів (з відповідним графічним

маркером (лапками): *НА ЦЮ ВИТРАТИТИ ОСТАННЮ "ЖИЗНЬ"* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/bystrytsky/584676408a872/>); в) як транслітерованих одиниць (тут створюється комічний ефект): *Ліпська фабрика* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/bileckyj/5882223e9cf29/>);

2) великої літери («капслок»), що втілюється у: а) написанні з великої загальних назв: *Говорити Мовою Гідності, а не мовою окупанта!* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/krulko/58ac2aee2697d/>); б) передача великими літерами цілих слів: *"ПЕРЛИ" від розп'яреного анти-мовного закону 5670, що насправді УТВЕРДЖУЄ ДВОВОМНІСТЬ* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/farion/58c52cef70430/>). У випадках двох попередніх типів за допомогою МГ здійснюється виділення відповідних слів для надання їм більшої смислової ваги, наголошенні на них; в) виділенні компонентів слова, співвідносних з іншими словами: *КРУки над міськрадою* (<http://www.lvivpost.net/kryminal/n/7585>), День *ПРмоги?* (<http://www.pravda.com.ua/articles/2011/05/16/6202719/>), Провокацію проти сина Ганни Герман організували політтехноЛОХи з БЮТу (<http://h.ua/story/312783/>). Такий спосіб «капслокізації» вмикає інтертекстуальність, формує кількашарову образологію;

3) специфічних засобів, притаманних Інтернет-комунікації: *Не #Підтримай4550. Уряд маніпулює учасниками АТО* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/bratushchak/58aeb05ef2b5/>). У Мережі мовна одиниця (чи їхня група), що розташовується перед символом «#», має назву «хештег». Такий прийом дає змогу юзерам групувати повідомлення за темою чи типом; *МВС приймає гостей із Маріупольського інтернату:* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/avakov/587cdc60c02ca/>). Використання емотиконів («смайликів», різнопланових піктограм) має на меті передати ту чи іншу емоцію. У такий спосіб автор зближує писемне мовлення з «Інтернет-мовленням»;

4) математичних символів: *Позиція Києва, принаймні публічно, стала жорсткішою: Дебальцеве + демонтаж "фейкових структур"* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/haran/580f0f45e000d/>), Успіх = дрімуче невігластво. Критика з пропозицією (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/grytsenko/589186e5e4c66/>). Ці графічні символи, що використовуються для спрощення і скорочення викладу інформації в математиці, переносяться у сферу писемного мовлення для виконання тих же функцій; водночас вони не позбавлені стилістичного значення;

5) цифр як словотворчих засобів: *Шокін-2. Питання до Юрія Луценка* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/shabunin/58a2eac4814d3/>). У такий спосіб виникають специфічні перифрастичні конструкції: твірне слово виконує інтегративну функцію, а цифра-дериватор – диференційну;

6) «графічного замовчування»: *Все буде ВРП – Вашій реформі П...!* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/maselko/5880beb2060cd/>). За допомогою такого замовчування, яке передається початковою літерою для збереження асоціативних зв'язків, та крапками, за якими ховаються решта букв, автор

водночас і натякає на реальне слово, яке реципієнт має відгадати, і водночас уникає вульгарності;

7) паронімічної атракції: **СМІШНА БІГ-МОРДА ЯНУКОВИЧА** (<https://www.volynnews.com/messages/422/>), **ЯНУКОВИЧ: ВЗИМКУ УКРАЇНУ ЧЕКАЄ ХОЛОДОМОР** (<https://tsn.ua/ukrayina/yanukovich-vzimku-ukrayinu-chekaye-holodomor.html>), Чого варта хоча б декларована багатовекторність, яку в народі іронічно називали «багатоВікторністю» (<http://www.viche.info/journal/4947/>). Для внесення в текст відповідних кототацій створюються близькозвучні до узуальних одиниць okazіonalіzmi, що часто приводить до виникнення комічних чи іронічних ефектів;

8) членування слова на значущі («промовисті») частини за допомогою дефіса: *Кондитерська Корпорація По-ROSHEN-ка у рейтингу Candy Industry Top 100 входить у першу двадцятку* (<http://bastion.tv/news/do-chogo-dovodyat-smoktalni-cukerki-roshen/>). Використання слова в такому графічному оформленні актуалізує відповідні фрагменти, створює інтерсеміотичні зв'язки;

9) стилізації під іншомовне слово: *Ющенко подарував журналістам по два прапори (Новий креатифф Секретаріату)* (http://www.pravda.com.ua/articles/2015/11/30/3272606/view_comments/).

Наслідуються особливості передачі прізвищ-посесивів із суфіксом -ов-, у яких втілюється «брендівість»: Кріс Смирнофф (кінопродюсер), «Smirnoff» (горілка), «Davidoff» (сигарети), «Petroff» (елітні ювелірні годинники);

10) використання дужок як структурних складників okazіonalіzmi лексичних одиниць: *(У)мовна політика* (<http://lvivpost.net/ukraine/n/8686>), *Джу(н)дія* (<http://www.pravda.com.ua/articles/2005/09/16/3013513/>). За допомогою дужок здійснюється внесення у слово компонентів-модифікаторів, що дає змогу підключати до наявних нові сенси.

До експериментів з формою лексичних одиниць долучаються і специфічні прийоми творення аббревіатур: *План "Б": як боротися з корупцією до е-декларування* (<http://blogs.pravda.com.ua/authors/kanevskiy/57b052c076824/>). Наведений приклад демонструє факт використання у медійних текстах одного зі способів аббревіації, характерних для Інтернету (пор. e-mail). Відбувається це не для створення відповідних стилістичних ефектів, а як спроба розширення переліку наявних дериваційних способів формування складно-скорочених слів у результаті впливу на мовну систему особливостей віртуальної комунікації.

Як видно, застосування прийомів МГ відкриває перед автором тексту шанс «продемонструвати власну дотепність, ерудицію, рівень володіння мовою, риторичну вправність. У такому режимі комунікації інформативність поступається місцем емоційності. Задача продуцента сформулювати відповідну реакцію, здійснити емоційний вплив на читача» [4, с. 376].

Таким чином, для створення відповідних стилістичних ефектів у медійних текстах усе частіше й різноманітніше використовуються різнопланові прийоми мовної гри. Такий факт демонструє низку тенденцій. Це – розкріпачення текстів, їхнє перетворення на полігон для випробування нових засобів створення конотації, пошук зручних та оригінальних форм реалізації авторських інтенцій, один із способів розкриття глибокого виражального

потенціалу мовної системи. Особливо це стосується електронних ЗМІ, що є органічною частиною простору Інтернет-комунікації, засоби передачі інформації якого залучаються до текстотворчих процесів і поза ним.

Мовна гра – це намагання відійти від усталеності, застояності, звичайності та внести нове, знайти оригінальні прийоми образотворення, підкреслення ідіостилу, зробити виклад модернішим, таким, що б відповідав вимогам сьогодення.

Мовна гра через зовнішній вияв створює семантико-виражальну багатозначність мовної одиниці, і це відповідним чином поширюється на все повідомлення. У процесі мовної гри відбувається розширення арсеналу прийомів, залучаються графічні засоби з інших сфер, нетрадиційно використовуються розділові знаки. Такі характеристики мовної гри роблять її безумовним фаворитом у сфері об'єктів наукових розробок медійної мови, через що їхнє вивчення має помітну дослідницьку перспективу.

Список літератури

1. Блинова І. А. Умови виникнення мовної гри на рівні прагматики (на матеріалі сучасної англосовієтської прози) / Блинова І. А. // Одеський лінгвістичний вісник. – 2016. – № 8. – С. 14–17.
2. Дорошенко К. Мовна гра як теоретична проблема / К. Дорошенко // Літературний процес: методологія, імена, тенденції. Філологічні науки. – 2014. – № 4. – С. 140–143. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Litpro_2014_4_29
3. Карпенко Н. А. Моделювання мовної гри у творах Юрка Іздрика / Н. А. Карпенко // Лінгвістичні дослідження. – 2015. – Вип. 39. – С. 146–152. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znphnpu_lingv_2015_39_25.
4. Коваленко А. М. Використання емоційно-експресивної лексики як засобу мовної гри в політичному дискурсі // Молодий вчений. – 2016. – № 4 (31). – С. 376–379.
5. Космеда Т. Мовна гра у системі лінгвістичних термінів / Т. Космеда // Культура слова. – 2011. – Вип. 74. – С. 137–141.
6. Лисоченко Л. В. Языковая игра на газетной полосе (в свете металингвистики и теории коммуникации) / Л. В. Лисоченко, О. В. Лисоченко. – Режим доступа: http://teneta.rinet.ru/rus/le/lisochenko_jaee.htm
7. Порпуліт О. Прийоми створення мовної гри в рекламному тексті // О. Порпуліт. – Режим доступу: http://linguistics.kspu.edu/webfm_send/1653
8. Чернюх Л. Д. Теоретичні аспекти дослідження реклами (на матеріалі словацької та української мов) // Компаративні дослідження слов'янських мов і літератур. – 2011. – Вип. 15. – С. 281–287.
9. Чернюх Л. Мовна гра в словацьких рекламних текстах / Мова і суспільство. – 2013. – Випуск 4. – С. 226–238. – Режим доступу: <http://sociolinguistics.lnu.edu.ua/ua/issues/04/26.pdf>

Мас-медійні перифрази структурного типу «adj + n» на позначення четвертого Президента України

Розглянуто перифрази структурного типу «adj + n», що функціонують як образні назви четвертого Президента України в українському Інтернет-просторі. Визначено концепти, залучені до процесів формування аналізованих одиниць. Охарактеризовано специфіку їхньої внутрішньої форми.

Перифрази виступають поширеним і зручним прийомом вторинної номінації. У системі мовних засобів публіцистичного стилю за ними закріплена не лише нормативна функція, функція економії, узагальнено-типізуюча функція, а й експресивно-оцінна, адже перифраз здійснює не тільки логічне уточнення першого значення, а й дає образну та експресивно-оцінну характеристику [4, с. 31]. Активно ці засоби вживаються у медійному політичному дискурсі для називання політичних персон. На позначення четвертого Президента України (а ним, як відомо, був В. Янукович) створено багато різнопланових перифразів як з погляду структури, так і з погляду підкреслення, винесення на передній план тієї чи іншої ознаки номінованого об'єкта. Серед двочленних аналізованих одиниць найбільш репрезентованим виступає структурний тип «adj + n». Найпродуктивніша модель у межах цього типу – «adj “межигірський” + n» (хоч в деяких випадках може мінятися порядок розташування складників). Ад'єктивний компонент здійснює однозначну вказівку на локацію: «Межигір'я» – це колишня приватна резиденція Віктора Януковича, розташована в Київській області (село Нові Петрівці Вишгородського району). Її він займав з 2002 до 2014 роки. З 1935 до 2007 року резиденція «Межигір'я» перебувало в державній власності, поки її не вивели в приватну

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%B3%D1%96%D1%80%27%D1%8F_\(%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%B3%D1%96%D1%80%27%D1%8F_(%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F))). Резиденція вражає розкішшю.

Іменник в аналізованих структурах несе характеристичне навантаження:

а) хряк: *Сумніваюсь, що **межигірський хряк**, колись грав в гольф, але пацани б його не зрозуміли, якби поля не було* (<http://ua.livejournal.com/1442906.html>). У російській мові (звідки його запозичили) слово *хряк* має значення «кабан, самець домашньої свині» (<http://xn----8sbauh0beb7ai9bh.xn--p1ai/%D1%85%D1%80%D1%8F%D0%BA>). В українській лайливим значенням слова *свиня* є «неохайна, непорядна, нечемна, невдячна людина» (<http://sum.in.ua/s/svynja>). У цьому перифразі поєдналися зовнішня характеристика (Янукович – людина за розмірами чималенька (пор.: використання слова *кабан* у розмовному мовленні у значенні «велика, гладка людина») і особливості його поведінки;

б) **ОВОЩ**: *От якби не крали а жили чесно, як **Овощ Межигірський** вчить чи Пахан Данбаса – Ахмет Хан то б все мали...* (<http://tsn.ua/analitika/novi-zhuravli.html>). Ще одне російське слово у структурі перифразу – *овощ*. Так називають людину, яка не демонструє ознак вищої нервової діяльності, перебуває у вегетативному стані (<https://ru.wiktionary.org/wiki/%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%89>). Отже, у переносному значенні це слово має негативну, образливу конотацію, оскільки його денотат являє собою безнадійний варіант, глухий кут, що не має шансів еволюціонувати у щось більше, адже овоч – завершальний продукт життєвого циклу рослини; коли ж вести мову про людину, то вона – це «помилка природи» (<http://origin.iknowit.ru/paper1509.html>);

в) **МАВПА**: *Особливо "посміхнуло" як ота мавпа з колорадською стрічкою волала що вона прагне з кимось помірятися силою, але не може цього зробити бо пахан (мається на увазі **межигірська мавпа**) буцімто не дає команди!* (<http://politiko.ua/blogpost105653>). Мавпою зневажливо називають людину, яка сліпо наслідує чужі звички, вчинки тощо, а також – людину дуже негарну (<http://sum.in.ua/s/mavpa>). Водночас до цього значення можна додати ще один лайливий варіант – «недолюдина, людина на низькому ступені розвитку»;

в) **ХАМ**: *Вдає Давида федерал кремлівський, Хан Голятом бачить увесь світ, Ла-ла – мурло й пахан – хам **межигірський**, ГавляітерівськоКеГеБешиний під* (<http://expres.ua/news/2014/08/15/111973-kyvivskyy-patriarhat-obrannya-onufriya-pryshvydshyt-perehid-viryan-parafiy>). Розмовне слово з лайливою конотацією **хам** має значення «зухвала, груба, нахабна людина» (<http://sum.in.ua/s/kham>). Водночас не треба забувати, що є версія, нібито у В. Януковича під час відбування покарання була кличка «Хам» (http://censor.net.ua/news/197292/yanukovicha-prozvali-hamom_byl_vspylchivuyi_s_nim_sovetovalsya_hozyain_zony_byvshiyi_sokamernik_nyneshnego);

г) **БАНДЮКОВИЧ**: *Коли ж ти нап'єшся крові, **межигірський бандюкович*** (http://ipress.ua/news/sud_vidklav_spravu_tymoshenko_po_veesu_na_misyats_186_7.html). Оказіоналізм **бандюкович** утворений суфіксальним способом від твірного просторічного слова **бандюк** (те саме, що й **бандит** (<https://ru.wiktionary.org/wiki/%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%8E%D0%BA>)) за допомогою суфікса *-ович*. У фонетичному плані воно співзвучне з прізвищем колишнього президента і близьке до нього структурно;

г) **БАРИГА**: *«Янукович – це банальний **«межигірський барига»**, який торгує Україною»* (<http://ukr-mafia.com/item/1854-yanukovich-tse-banalnij-mezhigirskij-bariga-yakij-torgue-ukrajinoju>). Кримінальний жаргонізм **барига** має значення «перекупник краденого», а в живорозмовному контексті – «продавець, торговець, бізнес якого оцінюється як недостойний» (<http://slovopedia.org.ua/57/53393/373610.html>);

д) **ПАХАН**: *Ну а що? – дорогий (у гонорарному розумінні) **Межигірський Пахан** сказав же, що буде різати по живому, ось і різє, себто врізає* (http://rubezhnoe.com/publ/rubezhnoe_novosti/quot_podatkovi_kanikuli_quot_dlja_quot_vishok_bojka_quot/1-1-0-1933). Лексема **пахан** актуалізувалася у лексиконі ЗМІ в контексті партійної діяльності з виходом на політичну арену В.

Януковича – президента з кримінальним минулим: ...насправді зробилася геббельсівським рупором однієї лише політсили – **Партії регіонів**, переназваної після втечі з країни її **“пахана”** Януковича на ОпоБлок (у народі – “жсопоблок”) (<http://krivbas24.com.ua/ivan-najdenko-lyky-vid-kuryachoyi-slipoty-video/>). Жаргонізмом **пахан** у в'язниці називають найбільш авторитетного злочинця, який очолює групу засуджених, і контролює всі взаємовідносини в ній. Також цим словом позначають ватажка злочинної групи чи досвідченого авторитетного злочинця, а більш широко це – керівник або ватажок (<http://slovoborg.su/definition/%D0%BF%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%BD>). Такою конотацією підкреслюється не тільки злочинне минуле колишнього президента, а й злочинну дійсність керованого ним політикуму [1, с. 7.2.20-7.2.21]. Компонент **пахан** виявлено також і в інших перифразах: *Не встиг Головний Пахан дременути за кордон, як решта паханів, паханят, бригадирів та інша шушера чимдуж почала відхрещуватись від свого ідола* (https://durdor.in.ua/ru/main/article_print/article_id/20882.phtml); *А ти, пахан Сухолуцький, хоч тут через шконку пережинайся, а в кодлу свою ми тебе не візьмемо* (http://bozhyvu.blogspot.com/2011/01/blog-post_18.html). Сухолуччя – це село, розташоване на березі Київського водосховища у Вишгородському районі Київської області. Неподалік нього розкинулися мисливські угіддя колишнього президента – «Дніпровсько-Тетерівське мисливське господарство» (<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%87%D1%87%D1%8F>);

е) **хан, султан**: *Скоро Хан Межигірський тільки те й робитиме, що стрибатиме у Міжгір'ї по пеньках бо Народ України його звідти не випустить* (<https://www.pravda.com.ua/news/2013/12/6/7005221/>), *Але все ж таки – по своїй тупості, жлобству і хамству всіх переплюнув Султан Межигірський зі своїм "гаремом" праффесіаналов і праффесіаналок* (http://censor.net.ua/news/216264/oppozitsiya zrya otkazyvaetsya ot takih sredstv_kakumor_i_satira_ekspert). Лексемами **хан** і **султан** у багатьох країнах Сходу в середні віки називали монарха, феодального правителя (<http://sum.in.ua/s/khan>; <http://sum.in.ua/s/sultan>). Використання цих іменників у перифразах характеризує денотата як такого, що дуже любить розкоші і велику владу. Виявлено випадок об'єднання кількох характеристичних іменників останніх виділених груп: **Султан-пахан Межигірський** (https://durdor.in.ua/ru/main/photo/photo_id/27132.phtml);

є) **«володар кільця»**: *Межигірський "володар кільця" ъхати тільки з сигналами* може (http://censor.net.ua/photo_news/205745/yuschenko_pomog_zyatyu_otkryt_otel_fot_oreportaj). У цьому перифразі використана алюзія на відомий твір Дж. Р. Р. Толкіна «The Lord of the Rings», що українською мовою має звучати як («Володар Перснів» або «Володар Перстенів» (пор. перстень – «кільце з дорогого металу (золота, срібла і т. ін.), часто оздоблене каменем, що його носять на пальці як прикрасу: каблучка, обручка; шлюбна обручка (<http://sum.in.ua/s/perstenj>)). Під час створення перифразу **Межигірський "володар кільця"** автор використав семантичну кальку, оскільки різним

значенням російського полісемічного слова *кольцо* відповідають різні українські відповідники: «1) кільце; (круг) коло; 2) (для ношення на пальці) каблучка; (обручальное) обручка; (перстень) перстень, -сня, перстїнь, -тєня (<http://www.lingvo.ua/uk/Translate/ru-uk/%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BE>).

Окремо слід згадати конструкцію **Вітя Межигірський: Вітя Межигірський**, вочевидь, дуже набожна людина: цілий зал забитий іконами і релігійними стародруками (<http://reyda.livejournal.com/148810.html>). Цей перифраз створений за аналогією до одного з різновидів кримінальних псевдонімів. Такі одиниці аналітичної будови, що складаються як з пропріальних, так і з апелятивних лексем доволі популярні. Псевдонім-кличку такого типу формує справжнє ім'я денотата разом з апелятивом, що вказує на місце народження чи перебування: Степан Херсонський (Степан Григор'єв відбував покарання у Херсоні) [7, с. 55], Юра Єнакіївський (Юрій Іванюченко народився в м. Єнакієве) (<http://vidomosti-ua.com/newspaper/17620>).

Також прикметник **межигірський** використано і в багаточленній одиниці: *Я розумію, що наш гарант – межигірський пенсіонер-прихвизатор малограмотний, не вміє добре рахувати, тому й підписав цей закон* (<http://minprom.ua/news/76251.html>).

Можна виділити ще одну модель, яка демонструє продуктивність (хоч і значно нижчу порівняно з попередньою) – «adj “головний” + п». Тут прикметник здійснює вказівку на провідну роль денотата у відповідних процесах, а іменник інформує про характер цих процесів:

а) **терорист: Головний терорист** і за сумісництвом Резидент УРКАїни Віктор Януковч обмовився під час засідання РНБО. *"Територію нашої країни треба зробити НЕбезпечною для життя громадян!"* – сказав зек (<https://gaming.youtube.com/watch?v=KpbDgKUxUYg&list=FLXi8X5qXRPhIZdkZLK-JDDw>);

б) **пахан: Не встиг Головний Пахан** дременути за кордон, як решта паханів, паханят, бригадирів та інша шушера чимдуж почала відхрещуватись від свого ідола (https://durdum.in.ua/ru/main/article_print/article_id/20882.phtml);

в) **покращувач-хам: тисячі років Київ стояв, нікуди не зсувався, навіть при монголо-татарах.. нехай вкрадені гроші повертає та кається вор і головний покращувач-хам та його бригада. терпець уривається** (http://www.pravda.com.ua/news/2013/06/10/6991870/view_comments/).

Ця модель може ускладнюватися ще одним прикметником: *Хоч не даремно головний донецький пахан В. Янукович кинув за тюремні ґрати найбільше харизматичних опозиційних політиків* (<http://www.eposhta.com/>).

Висновки. Структурний тип «adj + п» на позначення четвертого Президента України В. Януковича реалізується у двох моделях: «adj “межигірський” + п» і «adj “головний” + п», з яких перша характеризується високим рівнем продуктивності. Прикметникові компоненти актуалізують семантику локації президентської резиденції (перша модель) та провідну роль денотата у відповідних процесах (друга модель). Місце субстантивного компонента у цих конструкціях займають одиниці, які несуть характеристичне навантаження (перша модель) та інформують про характер процесів, у яких

денотат відіграє провідну роль (друга модель). Виразною ознакою проаналізованих перифразів виступає той факт, що всі вони наділені негативною конотацією. Отже, охарактеризовані перифрази дають негативну оцінку як особистості В. Януковича, так і його діяльності на такому важливому та відповідальному посту, яким є пост Президента України.

Список літератури

1. Аветисян Н.Г. Язык СМИ как фактор развития языка// Вестник МГУ. Сер.19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2002. – № 4. – С. 80–86.
2. Андреева Т.М. Актуальні події у дзеркалі мас-медійної неологізації / Т.М. Андреева // Матеріали МНТК "АВІА-2013", 28-29 квітня 2015 р. – К. : НАУ, 2013. – С. 34.37–34.40. – Режим доступу: http://avia.nau.edu.ua/doc/avia-2013/AVIA_2013_v6.pdf
3. Андреева Т.М. Мас-медійний портрет політичного діяча у перифразах / Т.М. Андреева // Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2015» (Київ, 28-29 квітня 2015 р.) – С. 32.38–32.41. – Режим доступу: http://avia.nau.edu.ua/doc/avia-2015/AVIA_2015.pdf
4. Байдак І. С. Перифраза власних імен американського шоу-бізнесу [Електронний ресурс] / І. С. Байдак // Наукові записки Національного університету "Острозька академія". Серія : Філологічна. – 2014. – Вип. 46. – С. 31–33. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nznuoaf_2014_46_11
5. Васильченко В. М. Засоби образного переназивання / В. М. Васильченко // Словник медійних перифразів XXI століття / уклад. : Я. В. Козачок, В. М. Васильченко, І. А. Костюк [та ін.]. – К. : НАУ, 2014. – С. 3–5.
6. Кравчук Л. В. Мова мас-медіа як основне джерело збагачення новотворами загальноомовного словника / Л. В. Кравчук // Іван Огієнко і сучасна наука та освіта. Сер. : Історична та філологічна . – 2013. – Вип. 10. – С. 53–58.
7. Павликівська Н. Про кримінальні псевдоніми / Н. Павликівська // Українська мова. – 2010. – № 1. – С. 51–66.
8. Рудик М. Українське слово в інтернеті / М. Рудик. – Режим доступу : http://journ.lnu.edu.ua/publications/zbirnyk07/Zbirnyk07_Rudyk.htm
9. Стишов О.А. Неофраземи в суспільно-політичному дискурсі українських мас-медіа / О.А Стишов // Studia Philologica (Філологічні студії). – 2015. – Вип. 4. – С. 19–23.
10. Шевченко Л. І. Інтертекстуальність у медіа: дослідницький ресурс категорії / Л. І. Шевченко // Актуальні проблеми української лінгвістики: теорія і практика. – 2014. – Вип. 29. – С. 78–85.
11. Andreeva T.M. Nominations of the leaders of the parties in the Ukrainian media / T.M. Andreeva // PROCEEDINGS THE SEVENTH WORLD CONGRESS «AVIATION IN THE XXI-st CENTURY» («Safety in Aviation and Space Technologies»), September 19-23, 2016. – P. 7.2.18–7.2.21. – Режим доступу: <http://congress.nau.edu.ua/doc/congress-2016/Congress2016.pdf>

Лексикографічна робота як один з напрямів розвитку комунікативних навичок фахівців авіаційної галузі

У статті зроблено акцент на значенні лексикографічної роботи у межах мовної підготовки фахівців авіаційної галузі. Визначено типи лексикографічних джерел, потрібних для розвитку комунікативних навичок майбутніх авіаторів, окреслено перспективи можливого залучення студентів до розроблення електронних лексикографічних систем.

Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі передбачає досконале володіння мовними нормами, інформація про які фіксується у таких лексикографічних джерелах, як словники і довідники.

Хоч знання певних мовних правил і мають становити основу лінгвістичних знань майбутнього працівника, однак уміння користуватися словниковою літературою є тими прикладними навичками, які забезпечують урахування в роботі з текстом певних деталей, певної конкретизації. До того ж, робота зі словником – шлях до економії часу, який потрібен для вирішення певної лінгвістичної проблеми.

Правда, для того, щоб робота зі словниками справді сприяла економії часу, спеціаліст повинен знати, які типи словників існують взагалі, які з них представлені в паперовому, а які – в електронному вигляді. І врешті-решт, як саме працювати з кожним із словників, щоб оптимально використовувати їх багатство.

При підготовці фахівців авіаційної галузі у межах курсу «Українська мова за професійним спрямуванням» викладачеві доцільно зробити акцент на темі “Лексикографія”, передбачивши виконання студентами самостійного завдання по підготовці інформації про професійно орієнтовані словники. Виголошення цієї інформації доцільно супроводжувати спостереженнями студентів за формами подачі інформації в тому чи іншому словнику), а також виконанням практичних пошукових завдань за цими словниками (чи їх фрагментами).

Особливої уваги потребують словники термінологічні. Для майбутніх фахівців авіаційної галузі варто детально опрацювати словник авіаційних термінів, що містить англomовні відповідники українським термінологічним поняттям [1].

Знайомство з таким словником дає майбутнім спеціалістам можливість здобути потрібну інформацію, розширюючи коло джерел для своїх пошуків, закріплюючи при цьому навички перекладу з мови на мову, знання іноземних мов (чи вміння користуватися перекладними словниками), навички у володінні ПК, а також створює можливість у подальшому навіть взяти участь у розробленні аналогічних вітчизняних словників.

Однак, основна словникова робота полягає, насамперед, у виробленні твердих, майже доведених до автоматизму, навичок у користуванні наявними

вітчизняними словниками. Добре, якщо лексикографічні теми будуть засвоюватися студентами на фоні інформації про різновиди літературної норми, які закріплюються у певному типі словників.

З урахуванням динаміки змін, що відбуваються у мові, студентам слід звикати до користування найновішими виданнями словникової літератури, наприклад, тими, що входять до серії “Словники України”. Для фахівців, у роботі яких передбачається активізація усного мовлення, слід звернути увагу на орфоепічні та акцентологічні словники). Для майбутніх спеціалістів, в обов’язки яких буде входити робота з текстовими документами, основний акцент слід зробити на таких типах словників, як енциклопедичні, термінологічні, орфографічні, словники іншомовних слів, словники синонімів, словники паронімів.

Активне використання у практичній роботі студентів словників синонімів, словників антонімів, словників паронімів зумовлює увагу до точності вибору слова.

При проведенні лексикографічної роботи з майбутніми фахівцями авіаційної галузі слід звернути увагу і на таке важливе джерело інформації, як універсальні довідники. У них, студенти можуть знайти таку потрібну інформацію, як перелік посад керівників, спеціалістів та службовців, перелік графічних скорочень звань і посад, графічні скорочення назв місяців, днів тижня, років, перелік найпоширеніших гріфічних скорочень, перелік назв нагород, почесних звань і державних премій незалежної України, точні назви державних установ України, державних комітетів, регіональних митниць прямого підпорядкування ДМСУ, посольств, консульств, представництв іноземних держав в Україні, Обласних рад народних депутатів з зазначенням адрес розташування та телефонів, а також умовні позначення областей України на номерних знаках автомобілів.

Доповнити таку інформацію можна за виданням “Офіційний вісник України” (К., 1999-2001), де зібрано найбільш повну офіційну інформацію, що стосується нашої держави.

У майбутній роботі з іноземними партнерами для фахівців авіаційної галузі корисною буде інформація, подана в довідниках, що стосується загальноприйнятих міжнародних скорочень в ділових документах, назв штатів у США (повних і скорочених), назв англійських графств, що мають скорочення, схем переведення британських та американських одиниць виміру, інтернаціональних автомобільних символів тощо.

Важливими в роботі над удосконаленням знань мовних норм можуть видатися такі різновиди довідників - словники власних назв, довідники з правопису, завдяки яким можна швидко вирішити цілий комплекс лінгвістичних проблем,

Найбільш простим засобом перевірити правильність написання чи вимови слів може бути використання сучасного орфографічного словника.

Важливими в роботі фахівців авіаційної галузі є словники перекладні (насамперед, словники з еквівалентами українських слів у інших іноземних мовах, таких, як англійська, польська, французька, румунська, угорська та ін.,

які можуть знадобитися майбутнім спеціалістам, що працюватимуть з партнерами з відповідних країн.

Розвиток інформаційних технологій зумовив створення електронних словників, які поряд з паперовими виданнями широко використовуються спеціалістами в практичній діяльності. Однією з переваг таких словників є можливість їхнього оновлення неологізмами та запозиченнями. Так, наприклад, актуальним для студентів-авіаторів є розміщений у репозитарії Національного авіаційного університету Англо-український, українсько-англійський словник авіаційної термінології [2].

Новим кроком у розвитку української лексикографії є спроби створення електронних тезаурусів, у яких словарний матеріал має бути систематизованим за певними напрямками, його компоненти мають підпорядковуватися один одному в залежності від тих ієрархічних відношень, у яких вони перебувають у певній терміносистемі. Використання таких тезаурусів у навчальному процесі дало б можливість не лише дати студентам певний обсяг інформації, а й систематизувати її у відповідності до вимог майбутньої професії, зміцнивши навички студентів щодо самостійного здобування концептуальної інформації, в тому числі і в умовах дистанційного навчання, використовуючи цей тезаурус як різновид електронного підручника і довідника. На жаль, робота по створенню мережі таких тезаурусів в Україні перебуває лише на початковому етапі. Напевно, до розроблення електронного тезаурусу авіаційної терміносистеми було б доцільно залучити і самих студентів.

Висновки. Тож, лексикографічну роботу у межах вищого навчального закладу варто сприймати не лише як можливість для подальшого розвитку мовно-комунікативних навичок майбутніх спеціалістів, а й як шлях до зростання їхньої професійної та творчої майстерності.

Список літератури

1. Англо-український словник авіаційних термінів / Уклад.: Р.О. Гільченко. – Фастів: КуПол, 2009. – 280 с.
2. Англо-український, українсько-англійський словник авіаційної термінології. – Режим доступу: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/9308>.
3. Дячук Т. М. Авіаційна термінологія української мови : сфери фіксації та функціонування // Гуманітарна освіта в технічних вищих навчальних закладах: зб. наук. праць. – К.: Університет “Україна”, 2009. – Вип.19. – С.32–39.
4. Кириченко Н. М., Лобода В. В. Російсько-український словник авіаційних термінів: У 2 томах. – К.: Техніка, 2004. – Т. 1. – 2004. – 519 с.; Т.2. – 2004. – 447 с.
5. Російсько-український словник спеціальних термінів з технології авіаційних пально-мастильних матеріалів: Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2003. – 73 с.

*О.М. Кошак, кандидат наук із соціальних комунікацій,
К.А. Миськів
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Вплив культури та мистецтва на становлення і розвиток радіомовлення в Україні

У статті розглянуто і проаналізовано особливості взаємодії культури та мистецтва з процесом становлення радіомовлення в Україні.

Радіомовлення сьогодні залишається одним з найвпливовіших ЗМІ, адже носієм інформації там є звук, що миттєво передається на будь-які відстані та одразу сприймається реципієнтом. Тому, на нашу думку, радіомовлення – найоперативніший вид журналістики.

Початок радіомовлення в Україні датується 16 листопада 1924 роком. Пригадуючи першу трансляцію дослідниця К. Толокольнікова зазначила, що рівно о 19 годині з гучномовців, встановлених на дахах будинків у центрі тодішньої української столиці, басовито пролунало: «Алло! Говорить Харків! Усім, усім, усім! Працює перша в Україні радіотелефонна станція!». Того похмурого осіннього вечора до цих слів дослухалися сотні харків'ян. До них звернулися Голова ВУЦВК Григорій Петровський та керівник уряду республіки Влас Чубар. Опісля передано невеликий концерт і прозвучав радіожурнал «Пролетар», загалом – менше години ефіру» [5]. З малопотужного передавача, сигнал якого виходив уже далеко за межі міста, «заговорило» радіо, прозвучав і був прийнятий на відстані в міських клубах концерт державного музичного квартету імені Вільома. Невдовзі, за цим оркестровим прологом, своєрідною музичною прелюдією, вийшла в ефір одна з перших програм, назва якої сповнена глибокої символіки – журнал «Радіополум'я». Можна з впевненістю сказати, що це журналістське полум'я, викресане початківцями радіомовлення, запалило світанок Українського радіо [2, с. 16].

Культурно-мистецькі аудіопередачі в тому чи іншому форматі існували протягом усієї історії розвитку Українського радіо. І саме з цих передач, власне, почалося радіомовлення в нашій країні. Популярність радіо завдяки цьому лише зростала. Люди чудово розуміли живу мову, що сповіщала про найважливіші події, зокрема культурно-мистецького змісту. Радіомовлення не лише виправдало сміливі передбачення його можливостей, але й щороку їх розширювало. Воно стрімко пронизало всі сфери суспільного життя: проникло в культуру, мистецтво, ідеологію, політику, науку, освіту, виховні процеси. Радіомовлення не претендувало на аналітичні засади преси, на інтелектуальність літератури як великої «школи думки», не могло закарбувати світ у русі, безсиле було дати видиме, наочне відображення дійсності, як це блискуче робило кіно. Натомість, радіо незрівнянно забезпечувало слову звучання. Радіохвилі могли в одну мить облетіти весь світ, найоперативніше донести повідомлення, будь-яку думку і почуття людини у найвіддаленішу

точку планети. Радіо не могло показати артиста на сцені театру, концертної зали чи естради, котрий зараз, тут, перед очима публіки і для неї творить своє мистецтво. Але радіо могло передати живе життя героїв, що міститься у звуках їх голосів, воно могло принести до оселі велику літературу, музику всіх часів і народів, голоси найкращих співаків та майстерність талановитих музикантів [2, с. 17].

Територію України охоплювали насамперед радіотрансляції московських передавачів. Програми українською мовою обмежувалися за часом і змістом. У 20-30-х роках ХХ століття ефір складався переважно з політосвіти та агітаційних програм. Пізніше з'явилися музичні передачі, літературно-драматичне радіомовлення, а також матеріали для дітей і молоді. 12 разів на добу з Москви в Україну передавали останні новини.

Під час Другої світової війни, коли більшість радіостанцій було знищено, Українське радіо продовжувало мовити з радіостанції ім. Т. Г. Шевченка в місті Саратові, куди було евакуйовано устаткування. З лютого 1957 року в ефірі Українського радіо щодня виходила програма «Говорить Київ» - єдиний радіожурнал українською мовою [5]. Радіожурнал – це своєрідне періодичне видання, в якому об'єднані матеріали різних жанрів: інформаційні, аналітичні та художньо-публіцистичні [4, с. 261].

Запропонувавши перспективу безперешкодного проникнення й безкоштовного отримання інформації в реальному часі, радіо започаткувало революцію в культурі, світовій економіці, комунікаціях, медіа та політиці. Таким чином, культура та мистецтво стали знаковими поняттями у сфері радіомовлення. Голоси співаків та акторів залунали на цілі країни й континенти. Біля приймачів вечорами збиралися сім'ями, друзі влаштовували радіо-вечірки, гуртуючись на час трансляції популярних передач. Молодь у найвіддаленіших кутках танцювала під найновіші й наймодніші мелодії, що лунали із приймачів. Радіо разом з кіно започаткували новий стиль життя: широкі верстви населення (не тільки вузьке коло представників привілейованої частини суспільства) після роботи не лише відпочинку, а й розваг та інформації [6]. І культурно-мистецькі передачі в цьому сенсі ставали багатьом у пригоді.

З часу своєї появи Українське радіо щодня і щохвилини фіксувало перебіг подій, фактів, явищ навколишнього життя. «Радіожурналістика (навіть піддаючись ідеологічним вказівкам, перебуваючи в залежності від тоталітарної системи) намагалася документально відображати буття країни; часто радіо залишалося єдиним інформатором, засобом зв'язку людей зі світом [1; с. 5].

З роками культурно-мистецькі програми вдосконалювалися. Розвивалася жанрова система радіожурналістики, з'являлися нові жанри. Але попри ці зміни, сталою залишилася основна мета цих аудіопрограм – виховання нації. Після прослуховування культурно-мистецьких програм люди відчували себе гідними. Журналісти, у свою чергу, виховували в людей почуття власної гідності. Таким чином, формувалася культурна компетентність особистості. Підвищувався загальний рівень культури громадян, зберігалися духовні цінності, формувалися умови для вільного розвитку особистості. Радіо зберігало й передавало майбутнім поколінням

вічні цінності: справедливість, благородство, честь, гідність, гуманізм. У суспільстві створювалися такі умови, які перетворювали цінності культури в акти поведінки особистості. Цьому сприяли вдале використання усного слова для передачі культурно-мистецької інформації та акустична характеристика подій, тобто – музика [3; с. 77].

Мистецькі твори, які транслюються по радіо, є естетичним відображенням дійсності. Зокрема, за В. Лизанчуком, по внутрішньому каналу «Третя програма» Національної радіокомпанії «Культура» передаються класичні музичні твори та музичні програми, такі, як «Самоцвіти», «Дорога до пісні», «Пісні пісень» та літературно-мистецькі передачі. Радіомовлення є важливим засобом впливу на свідомість людей. Саме діяльність радіостанцій визначає, яким виросте майбутнє української нації [2; с. 120].

Висновки

Процес становлення українського радіомовлення – це досить тривале явище. Від самого початку свого існування радіо було покликано повідомляти людям найважливіші події. Проте окрім інформаційних повідомлень, журналісти звертали увагу на розважальні матеріали, які виконують виховну та естетичну функції. Сьогодні понад 35% радіоконтенту займають програми культурно-мистецького спрямування. З'являються нові форми та підходи до подачі цієї теми. Журналісти об'єднують стандартні жанри радіожурналістики, створюючи гібридні жанри, для якісного подання матеріалу та зацікавлення аудиторії. Все більше тем відкривають працівники радіостанцій, для висвітлення культурно-мистецького життя країни та все більше гостей запрошують, для повноцінної подачі фактів. Сталим залишається лише одне – мета та спрямування культурно-мистецьких програм, які націлені на виховання культурно та духовно розвиненої нації.

Список літератури

1. Історія національного радіофіру: Архівні матеріали (1942-1969) / Упоряд. Н. Сидоренко. – К., 2004.
2. Лизанчук В.В. Основи радіожурналістики: Підручник – К.: Знання, 2006, - 628 с.
3. Мар'їна Л. Сучасна журналістика і культура: спільність генезису: Вісн. Нац. Львів. ун-ту. Серія: Журналістика: зб. Наук.пр. – 2012. – № 36. – С. 73-78.
4. Радіожурналістика: Учебник / Под ред. А.А.Шереля. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 480
5. Толокольнікова К. В ефірі українське радіо. 90 років [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.telekritika.ua/kontekst/2014-11-16/100418>
6. Цюпін Б. Ера радіо [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tyzhden.ua/History/70601>

I.V. Кевлюк, старший викладач
(Національний авіаційний університет, Україна)

Прагматика соматизмів у публіцистичних текстах

Стаття присвячена вивченню природи прагматичного значення соматизмів у межах публіцистичного стилю; досліджено особливості функціонування фразеологізмів у газетних публікаціях. Проаналізовано принципово відмінні підходи до розуміння суті прагматики; окреслено перспективи подальших досліджень.

Об'єктом нашого дослідження є своєрідна група фразеологічних одиниць у яких соматичні компоненти вживаються у прагматичному значенні.

У дослідженнях останніх років увага науковців особливо зосереджується на прагматичних можливостях засобів масової інформації, зокрема періодичної преси, яка й досі залишається потужним джерелом поширення інформації і формування громадської думки. Це стосується й української періодики, яка є важливим мовотворчим фактором і чинником національного спілкування. З цієї точки зору вивчення фразеології періодичної преси є одним з найактуальніших аспектів мовознавства, оскільки очевидно те, що саме в засобах масової комунікації діють основні тенденції розвитку сучасної мови, основу якої складає специфічна лексика і фразеологія, доступна для широкого загалу.

Прагматичним аспектом вивчення фразеологізмів у газеті присвятила свої роботи Коновець С. Також різні аспекти дослідження фразеологічних одиниць вивчали такі дослідники як О. Андрейченко, В. Вишинський, І. Дубровська, П. Єрченко та ін. Фразеологізми з соматичним компонентом досліджувалися на матеріалі багатьох слов'янських мов: польської (Д. Філяр, А. Пайджінська, К. Секерська), української (В. Мокієнко, Л. Коломієць, В. Скар, російської (Д. Скар'єв), болгарської (С. Саїдова), хорватської (Б. Ковачевич), словенської (Е. Кржишник) та ін. Вивченням особливостей фразеологізмів із соматичним компонентом займалася також О. Толстова. Однак недостатньо досліджено фразеологізми як певні прагматичні одиниці. Важливим є також виявлення національної специфіки фразеологічних одиниць із соматичним компонентом, оскільки, подібне дослідження може дати нові відомості про системну будову мови та зв'язки між фразеологією й культурою. Подібний підхід до вивчення фразеології з точки зору її національно-культурної своєрідності дозволяє показати, що фразеологія мови є джерелом та носієм різномірної ментальної інформації. Не менш актуальним є вивчення основних категорій стилістики фразеологічних одиниць - метафоричного (образного), емоційного, оцінного, експресивного та стильового (функціонально-стилістичного) значень, а також виявлення інформаційно-прагматичних властивостей фразеологізмів та їх ролі у процесі комунікації.

Під фразеологічною одиницею ми розуміємо стійкі звороти мови, наділені цілісним (часом частково цілісним значенням), що вступають у

сміслові та граматичні зв'язки з іншими мовними одиницями, мають постійний, за традицією відтворюваний у мовленні компонентний склад. Найважливіша функція ФО – створення емоційної, експресивної виразності, що посилює аргументацію, переконання. Чим вищий рівень експресивності й емоційності фразеологізму, тим сильнішим є вплив на адресата комунікативного акту. Фразеологія повинна розглядатися як особливий авторський стилістичний прийом, завдяки чому можна виявляти складні лінгвістичні процеси в українській пресі. У процесі комунікації фразеологізми із соматичним компонентом є джерелом інформації, яка залучає образне, асоціативне мислення суб'єктів комунікативного акту. Використання фразеологізмів із соматичним компонентом у публіцистичному стилі залежить від більшої чи меншої установки на переконання, від рубрики та жанрів, а також від функцій їх використання. Прагматичне спрямування газетної рубрики регулюється використанням образної фразеології, яка характерна для передової статті та інших статей аналітичного жанру.

Під соматичним фразеологізмом ми розуміємо фразеологічну одиницю, ключовим компонентом якої є іменник, що позначає частину тіла людини (або тварини). Соматичні фразеологізми, як правило, виникають у результаті переносного осмислення словосполучень, що називають різні дії і стани, до яких залучаються частини тіла. Значна кількість фразеологічних одиниць пов'язана своєю етимологією із різними чинниками соціального або психофізіологічного характеру.

В основі соматичних фразем лежать здебільшого спостереження за поведінкою людини або тварини. Фактично всі вияви життя людини, її народження та смерть, особливості характеру, розумової діяльності, віку, зовнішнього вигляду знаходять своє яскраве і своєрідне відображення у соматичній фразеології української мови. Соматичні фраземи займають найбільший відсоток серед усього обсягу непередикативних двовершинних фразеологічних одиниць.

Переконливість у публіцистичних матеріалах досягається журналістами завдяки вживанню емоційно-експресивних мовних засобів, серед яких за кількістю використання показові фразеологізми з компонентами-соматизмами. Соматизми, як правило, містять інтелектуальні, емоційні, морально-етичні та трудові характеристики суб'єкта, але не відображають історичних подій чи соціальних процесів. Фраземи цієї групи служать для позначення інтелектуальної, психологічної, фізичної, соціальної понятійних сфер. Такі фразеологізми займають чільне місце як у мові публіцистичних текстах, так і в загальномовному фразеологічному словнику. За дослідженням Р. Вайнтрауба, вони становлять біля 30% фразеологічного складу будь-якої мови [4, с. 162]. Яскравий експресивний і прагматичний потенціал соматичних фразеологізмів динамізує сучасну комунікацію і всю мовну систему в цілому.

Висновки

Таким чином, соматична лексика є цілісною системою, яка має постійну кількість об'єктів номінацій і призначений для їх позначення конкретний склад лексичних одиниць. Якщо перший показник не залежить від

своєї мовної приналежності й може повністю співпадати в різних мовах, то другою знаходиться у прямій залежності від індивідуальних особливостей конкретної мови й розрізняється як в кількісному, так і в якісному відношенні. Публіцистика гостро реагує на зміни в соціальному, політичному, економічному житті суспільства, на прогрес у науково-технічній галузі, в інформаційно-комунікативній сфері. В цілому існує необхідність подальшої розробки й уточнення системи класифікації сучасних фразеологічних одиниць із соматичним компонентом, які використовуються в періодичній пресі.

Список літератури

1. Андрейченко О.І. Фразеологізми з соматичним компонентом у текстах політичних дискусій // Українська фразеологія в мовній картині світу. 2004. – С. 5-11.
2. Білоноженко В.М., Гнатюк І. С., Дятчук В. В., Неровня В. Н., Федоренко Т.О. Словник фразеологізмів української мови / відповідальний ред. Винник В. О. – К.: Наукова думка, 2003. – 788 с.
3. Боровицька О.М. Соціальна прагматика: відхилення у дискурсі (філософсько-методологічний аналіз): Автореф. дис. ... канд. філос. наук: 09.00.09 / Ін-т філософії ім. Г.С. Сковороди. – К., 1998. – 17 с.
4. Вайнтрауб Р.М. Опыт сопоставления соматической фразеологии в славянских языках // Труды Самаркандского ун-та. Вопросы фразеологии. – 1975. – Вып. 288. – №9.
5. Васильченко В.М. Українська фразеологія у контексті вербального коду обряду // Лінгвостилістика: об'єкт – стиль, мета – оцінка: Зб. наук. праць, присвячений 70-річчя від дня народження проф. С. Я. Єрмоленко / Відп. ред. академік НАН України В. Г.Скляренко. – К.: ІУМ, 2007. – С. 426–432.
6. Кевлюк І.В. Прагматика соматичних фразем із компонентом *ОКО* в публіцистичних текстах. Дослідження з лексикології і граматики української мови: збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара. – Дніпропетровськ, – 2012. – Випуск 12. – С. 142 – 151.
7. Коновець С. П. Комунікативно-прагматичні особливості актуалізації фразеологізмів у дискурсі сучасної преси (за матеріалами іспанських періодичних видань): автореф. дис. на здобуття канд. філол. наук: 10.02.05 Романські мови / Київськ. нац. ун-т ім. Т.Г.Шевченка. – К., 2002. – 20 с.
8. Селіванова О.О. Концептуалізація просторової орієнтації в українських фраземах // Мовознавство. – 2004. – № 1. – С. 17-25.
9. Степанов Ю.С. Методы и принципы современной лингвистики / Ю. С. Степанов. – 4-е изд., стер. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 311 с.
10. Фразеологічний словник української мови. – Уклад.: В.М. Білоноженко, В.О.Винник та ін. – К.: Наук. думка, 1993. – Кн. 1-2.

Блоги як феномен Інтернет-журналістики

Розглянуто історію виникнення та підходи до визначення терміну «блог», проаналізовано основні функції блогів та їх класифікація

На початку ХХІ ст. у людства з'явилася нова можливість: масове оприлюднення інформації. Публікація матеріалу в мережі робить його доступним для всіх користувачів. Технічні можливості спілкування, які надає інтернет, зумовлюють виникнення нового типу журналістики, який має назву «Веб 2.0» або «громадянська» журналістика. Доба Веб 2.0, що характеризується активною участю користувачів у створенні контенту, прийшла на зміну Веб 1.0, де зміст створювався лише професіоналами [7]. В. Друк зазначає: «Напевно, головне новаторство, привнесене Web 2.0, полягає у спільному створенні контенту – змісту нових онлайн-ових платформ, - як-от: тексти блогів, відео- чи аудіокліпи або просто коментарі» [3]. Поняття «блог» є відносно молодим. Першим блогом вважається сторінка головного розробника Всесвітньої павутини Тіма Бернерса-Лі, де, починаючи з 1992 року, він публікував новини. Розвиток технологій значно змінив функції, цілі та зовнішній вигляд електронних щоденників. Тому набувають актуальності дослідження блогосфери в цілому, визначення класифікації блогів та їх основних функцій.

Термін «блог» (англ. blog, від web log) не піддається однозначному визначенню, так як останнім часом дане явище значно диверсифікувалося. Блог – невеликий інтернет-сайт, головний контент якого – регулярні публікації, зображення або мультимедіа, з дуже простою системою управління і можливістю зворотного зв'язку з читачами, тобто для блогів характерна можливість коментування користувачами. Блог також можна визначити як періодично оновлювану стрічку повідомлень, де замітки розташовуються у зворотньому хронологічному порядку і можуть бути прокоментовані читачами [4,234]. Як зазначила Є. Г. Новікова, з точки зору лінгвістики блог розглядається як «публічний, загальнодоступний, відкритий, інтерактивний, динамічний, поліфонічний гіпертекст, що створюється за участю автора і активних читачів» [5].

Виділяючи їх основні функції, В. Волохонський наголошує на таких: комунікативна, самопрезентації, розваги, утримання соціальних зв'язків, мемуарів, саморозвитку (рефлексії), психотерапевтична [2]. Популярність блогів зумовлена бажанням користувачів виокремити власне «Я», персоніфікувати глобальну середу, що розчиняє людину у нескінченному просторі. Віртуальність дає можливість розповісти один раз історію, яку дізнаються десятки читачів. Як для «читачів», так і для «письменників» комунікативною мотивацією є спілкування зі знайомими і розширення кола спілкування, знайомство з новими людьми. На думку А. О. Алексєєвой,

«механізм співтовариства блогерів дозволяє вести спілкування в зручному для кожного користувача режимі і з тією інтенсивністю, яка йому необхідна (або яку він може собі дозволити)» [1].

Т. В. Радзівська виділяє наступні психолінгвістичні особливості в блогах:

- анонімність (вказана учасником комунікації особиста інформація може бути неповною або навіть неправдивою);
- розкутість, ненормативність і деяка безвідповідальність учасників комунікації (людина в мережі проявляє більшу свободу висловлювань аж до образ та нецензурної лексики), що пов'язано зі зниженням психологічного і соціального ризику в процесі спілкування завдяки анонімності;
- добровільність і бажаність контактів (контакт можна прийняти в будь-який момент);
- ускладненість емоційного компонента спілкування і, в той же час, стійке прагнення до емоційного наповнення тексту (це призводить до пошуку механізмів передачі емоцій за відсутності невербальної інформації; такими механізмами стають смайлики, опис емоцій словами в дужках або всередині);
- прагнення до нетипової, ненормативної поведінки (найчастіше користувачі презентують себе з іншої сторони, ніж в умовах реальної соціальної норми) [6].

За наявністю чи відсутністю можливості коментувати, періодичності і організації навколо неї блоги поділяються на індивідуальні, ком'юніті, корпоративні.

Індивідуальні блоги, в свою чергу, поділяються на ті, які ведуться для того, щоб їх читали, і блоги, створені для того, щоб читати інших. «Ком'юніті» представляють собою віртуальні співтовариства блогерів, яких об'єднує будь-який інтерес. В задачу корпоративних блогів входить створення і підтримка позитивного іміджу компанії, вони об'єднують в собі риси індивідуального (у ньому публікується інформація обов'язкова для прочитання усіма робітниками компанії) і блога-ком'юніті [4,235].

А. О. Алексєєва представляє таку типологізацію онлайн-щоденників за типом інформаційних матеріалів:

- записи несуть значно більш особистий і навіть інтимний характер, ніж ЗМІ (користувач розповідає як він провів свій день і т. д.);
- записи несуть експертний характер в конкретній сфері знань (автором є спеціаліст у вузькій тематичній сфері);
- блоги спеціалізуються на відборі і класифікації опублікованих в ЗМІ матеріалів;
- блоги «думок», де сфера інтересів зводиться оцінкою та інтерпретацією чужих тематичних статей [1].

Таким чином, необхідно зазначити, що спостерігається чітка диверсифікація поняття «блог». Будучи багатоплановою формою Інтернет-комунікації, блоги характеризуються чіткою оформленістю, стислістю та особистою направленістю. Темою повідомлення можуть бути як масштабні події в країні, місті, так і події в сім'ї, особистому житті. Онлайн-щоденники типологізуються залежно від їх направленості, аудиторії і контенту. Блоги

відрізняються від інших видів Інтернет-комунікацій своєю здатністю об'єднувати властивості особистого і громадського документу.

Список літератури

1. Алексеева А. О. Новые интерактивные медиа в контексте теорий информационного общества : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. філ. наук / Алексеева А. О. – Москва, 2006. – 14 с.

2. Волохонский В. Психологистические механизмы и основания для классификации блогов [Електронний ресурс] / Владимир Волохонский // Личность и межличностное взаимодействие в сети Internet. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <http://volokhonsky.ru/internet/volokhonsky.pdf>.

3. Друк В. Автор 2.0: новые вызовы и возможности [Електронний ресурс] / Владимир Друк // Новое литературное обозрение. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <http://magazines.russ.ru/nlo/2009/100/dr57.html>.

4. Евсюкова Т. В. Основные подходы к определению понятий "блог" и "блогосфера" в лингвистике / Т. В. Евсюкова, Т. М. Гермашева. // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – №11. – С. 234–239.

5. Новикова Е. Г. Языковые особенности организации текстов классического и сетевого дневников : дис. канд. філ. наук / Новикова Е. Г. – Ставрополь, 2005. – 225 с.

6. Радзиевская Т.В. Текстовая коммуникация. Textoобразование // Человеческий фактор в языке: Коммуникация. Модальность. Дейксис, "Наука", Москва, 1992г.

7. Уланова М. А. Веб 2.0, Веб 3.0 [Електронний ресурс] / М. А. Уланова – Режим доступу до ресурсу: <http://www.inetprofy.ru/blog.html>.

Актуальні загрози безпеці авіаційних подорожей

У статті виявлено основні фактори, що визначають актуальні напрями розвитку системи міжнародної авіаційної безпеки, та конкретні ініціативи, упровадження яких стимулюватиме попит на подорожі авіатранспортом.

Авіація і туризм, пов'язані в єдиному технологічному процесі обслуговування подорожуючих, виявляються видами діяльності найбільш уразливими перед загрозами, що породжені тероризмом, політичною нестабільністю в окремих державах та міжнародними конфліктами. І незважаючи на те, що польоти об'єктивно найбезпечніший спосіб пересування, резонанс від недавніх вибухів у аеропортах Брюсселя і Стамбула (2016 р.), інциденту із збитим терористами МН17 над Україною (2014 р.), аварії літака російської «Когалімавіа» над Сінаєм (2015 р.), відповідальність за яку взяла на себе ІДІЛ, негативно впливає на споживацьку аудиторію, в окремих випадках невілюючи авторитет заспокійливих даних багаторічної статистики. В умовах загострення і зміни характеру міжнародних конфліктів у сучасному світі, зокрема збільшення небезпечності кібератак і активізації діяльності терористичних угруповань, світовий авіаційний бізнес змушений пристосовуватися, щоб і надалі забезпечувати найвищий рівень безпеки подорожуючих, кількість яких, згідно з прогнозами, майже подвоїться протягом наступних 20 років.

Розглянемо основні фактори, що визначають актуальні напрями розвитку системи міжнародної авіаційної безпеки та конкретні ініціативи, упровадження яких стимулюватиме попит на подорожі авіатранспортом. Перший виклик існуючій системі міжнародної безпеки можна охарактеризувати як пов'язаний з бурхливим розвитком та поширенням інформаційних технологій. Загрози, джерела яких донедавна були обмежені групою найрозвинутіших технологічно і найпотужніших за економічним та військовим потенціалом держав, нині можуть надходити від ширшого кола недержавних суб'єктів і приватних осіб. Наступна небезпечна тенденція, з якою стикається світова спільнота, це кібернетизація. Поеднання органічних та електронних системи, впровадження штучного інтелекту у процес прийняття складних рішень здійснюється з метою підвищення продуктивності людської діяльності і ефективного використання ресурсів. З іншого боку, керувати такими складними системами і контролювати їхній розвиток, як і конкурувати з ними, людині практично неможливо, що у найближчому майбутньому може спричинити масштабні і непередбачувані загрози людству як біологічному виду.

Вже нині інформаційні технології забезпечують експлуатацію повітряних суден та координацію польотів, являються основним інструментом маркетингу, збуту та просування послуг авіакомпаній. Більшість систем

цивільної авіації потенційно можуть бути зламані: від систем резервування та хмарних сховищ даних авіаліній, до систем паспортного та митного контролю, систем управління повітряним рухом і безпосередньо комп'ютерної структури, що забезпечує керування повітряним судном. Потенційні точки кіберуразливості в авіації численні і зростають. Саме літаки нового покоління найбільше уразливі до небезпеки кіберзлочинів у зв'язку з широким використанням мереж передачі даних, бортових комп'ютерних та навігаційних систем.

Технологічний прогрес викликає ще одну проблему, з якою нині стикається не тільки авіаційна але й інші галузі сучасної економіки, – деградацію людського професіоналізму на фоні автоматизації більшості технологічних процесів. Автоматизовані системи (а нині і кібернетизовані – такі що можуть набувати досвіду, «навчатися») стають здатними вправлятися з усе більшою кількістю функцій. Це означає, що людині потрібно вступати тільки тоді, коли відбувається щось непередбачуване. Але коли люди мають менше можливостей практикуватися і відточувати свої навички, вони стають все менш і менш здатними швидко і належним чином реагувати в умовах кризи.

У той же час, авіація, а разом з нею і туризм, завдяки потужному транснаціональному сегменту, є дуже привабливою цілью для терористів, які таким чином легко привертають увагу міжнародної аудиторії до своїх дій. Сучасні конфлікти, як внутрішні так і міждержавні, рідко лежать виключно у військово-політичній царині, натомість проникають у різні сфери цивільного життя та бізнесу. Оскільки цивільна авіація має велике значення для безперебійного функціонування різних галузей економіки, а авіаційні інциденти завжди дуже широко і оперативно висвітлюються засобами масової інформації, проблема попередження та протидії терористичним атакам залишиться найактуальнішим напрямом розвитку системи авіаційної безпеки.

Система авіаційної безпеки зазнала кардинальних змін після 11 вересня 2001 р., але нині авіація стикається з загрозами іншого характеру і це потребує негайних і невідкладних кроків з її подальшої трансформації. Потрібно суворо контролювати дотримання існуючих правил безпеки та активно розробляти протоколи та дієві інструменти протидії загрозам нового покоління. Для цього учасники авіаційного бізнесу мають «думати» як потенційні зловмисники, зокрема для забезпечення захисту від кіберзагроз нині залучаються так звані «білі» хакери, з метою виявлення потенційно уразливих місць автоматизованих систем управління. Американський інститут повітроплавання і космонавтики (AIAA) розробив концепцію кібербезпеки для цивільної авіації. Міжнародною організацією цивільної авіації (ICAO) в 2014 р. було ініційовано "План дій з кібербезпеки в цивільній авіації" і розроблено супровідну дорожню карту. Метою цих розробок є вироблення дієвих механізмів протидії загрозам нового типу із залучення усіх учасників авіаційного процесу. Глобальні супутникові системи навігації, системи автоматичного залежного спостереження–радіомовлення, якими користуються авіадиспетчери провідних аеропортів, бортові комп'ютерні системи, якими виробники оснащують літаки, мають проектуватися з урахуванням

потенційних загроз. Важливим аспектом боротьби з кібератаками є передбачення можливостей переходу на ручне управління літаком та резервні системи навігації, а також спеціальна підготовка персоналу (авіадиспетчерів та пілотів) до дій у таких ситуаціях.

Незважаючи на те, що терористичні атаки, завдяки сучасним технологіям можуть здійснюватися дистанційно, удосконалення систем безпеки аеропортів лишається першочерговим завданням. Межі аеродрому мають охоронятися системами відеоспостереження, електронними датчиками сигналізації, які реагують на несанкціоноване проникнення на режимну територію, особливо на територію летовища і до місць стоянки повітряних суден. Операційні системи аеронавігації вимагають найвищого рівня допуску та мають захист від вірусів та хакерських атак. В США практикують обов'язковий огляд пасажирів та їх ручної поклажі як на міжнародних так і на внутрішніх рейсах з використанням сучасної техніки (нейронних аналізаторів, багаточастотних рентген апаратів), а в окремих випадках заборону на продаж квитків певним категоріям населення, зокрема тим, кого підозрюють в терористичній діяльності. Особливу увагу служби безпеки приділяють тим пасажиром, що купують квитки в останній момент, розраховуються готівкою або подорожують в один кінець. У багатьох європейських аеропортах поширена практика використання психологів, які постійно знаходяться серед пасажирів, для виявлення підозрілих осіб з огляду на їх поведінку. Експертами ІКАО виявлена важлива, досі не вирішена проблема. Було встановлено, що скорочення часу видачі багажу з 15 до 1 хвилини може зменшити кількість жертв вибуху в два рази. Але набагато більше уваги, як і раніше, приділяється перевіркам пасажирів на предмет перевезення небезпечних предметів і підозрілої поведінки, ніж проблемі зменшення скупчення людей в окремих частинах аеровокзалу, через що вони стають потенційною мішенню.

Важливим напрямом управління ризиками терористичних атак, особливо у аеропортах, є удосконалення систем паспортного контролю. У розвинених державах широко впроваджуються біометричні способи ідентифікації особи подорожуючого, а встановлення спеціальних електронних кіосків, які зчитують інформацію, скануючи паспорт, і звіряють її з узятим тут же відбитком пальця, дозволяє зменшити черги на паспортному контролі. Однак, в умовах ескалації тероризму така спрощена система контролю стає доступною лише через спеціальні програми для часто подорожуючих пасажирів, які ідентифікуються системою як надійні (тобто такі, що не мали жодних контактів з представниками терористичних угруповань і не порушували раніше правила в'їзду та закони у країні призначення). Так у США набула поширення програма «Global Entry». Програма розроблена митно-прикордонною службою США з метою прискорення процедури в'їзду до США іноземців, що пройшли попередню перевірку. Після прибуття до США учасники програми направляються для проходження паспортного контролю безпосередньо до автоматизованого кіоску «Global Entry». Нині у США 49 аеропортів обладнані паспортно-митними кіосками, що забезпечує 99% охоплення всіх можливих місць для в'їзду до США повітряним транспортом. Слід зазначити, що участь у програмі передбачає ретельну

перевірку претендентів, необхідність особистої співбесіди з офіцером митно-прикордонної служби США та реєстраційний внесок у розмірі 100 дол. США. Перелік країн, громадяни яких можуть скористуватися програмою, обмежений і може змінюватися з огляду на загострення терористичної загрози. Нині програма доступна для громадян Мексики, Нідерландів, Німеччини, Кореї, Сінгапуру, Великобританії і Канади. Термін дії членства в «Global Entry» становить п'ять років.

Висновки. Індустрія туризму в цілому і авіаційна сфера зокрема відчувають негативний вплив міжнародної нестабільності, тероризму та кібертероризму. Майбутнє міжнародних подорожей залежатиме від того наскільки вдасться забезпечити високий рівень авіаційної безпеки, що, у свою чергу, вимагає міжгалузевих та багатосторонніх діалогів і міжнародної співпраці для розробки дієвих механізмів протидії наявним і потенційним загрозам.

Список літератури

1. Орловский М. Н. Авиационная безопасность [Текст] : учеб. пособие / М. Н. Орловский, А. А. Сердюков, С. Ш, Шаабдиев. – Харьков : ХАИ, 2016. - 207с.
2. Kaspersen Anja, 2016, Four threats to aviation security – and four responses / World Economic Forum. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/four-threats-to-aviation-security-and-four-responses/>

Алгоритм дослідження рівнів розвитку регіональних авіатransпортних систем

Розкривається необхідність поглибленої розробки методологічних та методичних засад суспільно-географічної оцінки рівнів розвитку регіональних авіатransпортних систем. Запропоновані алгоритм та показники дослідження таких систем.

Використовуючи загальну теорію систем, згідно з якою система являє собою цілісність, що має певні межі та в якій наявні ієрархічні зв'язки, транспорт теж є системою, яка складається з сукупності компонентів, принципово необхідних для її існування та функціонування. Таке системне уявлення транспорту дає можливість пізнати його структуру, механізми функціонування, оцінити рівень організації, раціональність зв'язків та процесів, здійснити прогноз та практичні заходи з оптимізації його функціонування [2]. Будь-яка система має підсистеми, причому відкриті системи прагнуть до збільшення своїх підсистем та елементів. Однією з таких підсистем є авіатransпортна система, під якою К. Марінцева розуміє складну цілеспрямовану систему, що складається з аеропортів, авіакомпаній та підсистеми організації повітряного руху, які пов'язані відношеннями попиту на авіаційні перевезення, ресурсами, техніко-технологічними обмеженнями, економіко-організаційними та правовими вимогами, безпекою та екологією [3].

Головним системоформуючим елементом-центром авіатransпортної системи є аеропорти (аеродроми), що поєднуються шляхами сполучення (авіалініями) для здійснення авіаперевезень, забезпечуючи цілісність території.

Таким чином, всі аеропорти нашої держави взаємодіють між собою, як у функціонально-виробничому, так і в територіальному відношеннях. Тобто між ними виникають як прямі, так і опосередковані зв'язки. Тіснота таких зв'язків знаходиться в прямій залежності від територіальної близькості аеропортів. Наявність таких взаємозв'язків в межах цілісної в адміністративно-господарському розумінні території зумовлює формування територіальних авіатransпортних систем. Однією з найскладніших інтегральних форм територіальної організації авіатransпортної системи є регіональна авіатransпортна система (як просторово-територіальна частина національної авіатransпортної системи), яку доцільно визначити як взаємозв'язану та ієрархічно впорядковану сукупність аеропортів та аеродромів (разом із супутніми об'єктами) в межах цілісної в природно-господарському розумінні території (регіону, суспільно-географічного району). Завдяки регіональній авіатransпортній системі забезпечуються зв'язки між елементами суспільно-

географічного району. Тому незважаючи на різні підходи у районуванні території України і виділення різної кількості суспільно-географічних районів

(за О. Мариничем, В. Поповкіним, Ф. Заставним, М. Паламарчуком, О. Шаблієм, М. Пістуном, П. Масляком та П. Шищенко), в кожному з них сформувалася своя регіональна авіатранспортна система.

Для підвищення ефективності функціонування авіатранспортної системи в кожному суспільно-географічному районі України необхідним є дослідження рівнів їх розвитку. Одну з перших та вдалих спроб ґрунтового опрацювання проблеми визначення рівня розвитку території у вітчизняному науковому просторі зробила В. Белозерова [1], яка запропонувала узагальнюючий (індексний) показник рівня економічного розвитку суспільно-географічних районів України, що ґрунтувався на часткових порайонних показниках вартості валової продукції, вартості основних виробничих фондів, чисельності виробничо-промислового персоналу, вартості валової продукції сільського господарства в розрахунку на 1000 жителів. Такий методичний підхід був підтриманий академіком М. Паламарчуком, який застосував його для визначення рівня економічного розвитку районів та областей України [5]. Помітний доробок належить І. Дуднику, який в контексті дослідження низових адміністративних районів України, виявив деякі специфічні умови застосування індексних показників для визначення рівнів їх розвитку [2]. К.Мезенцев запропонував застосувати рейтинговий принцип визначення рівня розвитку регіону [4].

Загальний алгоритм розрахунку показників рівня розвитку авіатранспортних систем уявляється в такому вигляді.

1. Визначаються декілька часткових індексів, кожен з яких показує відносний рівень розвитку РАТС за одним з параметрів, за такою загальною формулою:

$$J_i = K_{ri} : K_{Li}, \quad (1)$$

де J_i - частковий індекс, який показує відносний рівень розвитку РАТС за одним з параметрів;

K_{ri} - відносний показник розвитку певної РАТС за зазначеним параметром;

K_{Li} - аналогічний відносний показник національної авіатранспортної системи (за таким же параметром).

У випадку, якщо $J_i > 1$, це буде свідчити про те, що розвиток певної РАТС є вищим від середнього рівня в країні, при $J_i = 1$ – приблизно відповідає середньому рівню, при значеннях $J_i < 1$ – він є нижчим від середнього рівня в країні.

Беручи до уваги структурні та функціональні особливості авіатранспортних систем, в якості найбільш прийнятних характеристик рівня їх розвитку доцільно обрати дві найбільш суттєві (з позиції оцінки функціональності системи), на наш погляд, які вимірюються відповідними показниками.

По-перше, це показник загальної кількості перевезених авіапасажирів по кожній РАТС (розраховується як сума кількості перевезених пасажирів всіма аеропортами окремої РАТС за рік в розрахунку на 1000 постійних

жителів її території). На основі цього показника розраховується індекс авіаційних пасажироперевезень (J_{ap}):

$$J_{ap} = \sum Pr : \sum PL, \quad (2)$$

де $\sum Pr$ - сума кількості перевезених пасажирів всіма аеропортами окремої ПАТС за рік в розрахунку на 1000 постійних жителів її території;

$\sum PL$ - сума кількості перевезених пасажирів всіма аеропортами національної авіатранспортної системи за рік в розрахунку на 1000 постійних жителів її території.

По-друге, це показник середнього радіусу зони обслуговування аеропорту або територіальна доступність аеропорту (R) – розраховується, виходячи з припущення, що аеропорти розміщені відносно рівномірно та форми зон їх обслуговування подібні до кола, за такою емпіричною формулою:

$$R = 0,564 \sqrt{S : k}, \quad (3)$$

де S – площа досліджуваної території;

k – кількість аеропортів на цій території.

Варто зауважити, що формула розрахунку часткового індексу рівня розвитку за показником середнього радіусу зони обслуговування аеропорту буде мати «обернений» вигляд в порівнянні з традиційними підходами, виходячи з того, що в ньому відображена обернена залежність – чим менше значення середнього радіуса, тим краща територіальна доступність послуги, і, відповідно, вищий рівень розвитку цього параметра:

$$J_r = 1 : (R_r : R_L), \quad (4)$$

де R_r та R_L – значення показника середнього радіусу зони обслуговування аеропорту для певної ПАТС та відповідно цього показника для національної авіатранспортної системи.

2. Узагальнений (середній) індекс рівня розвитку конкретної ПАТС отримуємо шляхом розрахунку простої середньої величини:

$$J_t = (J_{i1} + J_{i2} + \dots + J_{in}) : n, \quad (5)$$

де J_t - узагальнений індекс рівня розвитку ПАТС за всіма її параметрами, що бралися до розрахунку;

J_{i1} , J_{i2} , J_{in} - часткові індекси, які показують відносний рівень розвитку ПАТС за окремими (частковими) параметрами;

n - кількість часткових індексів (кількість параметрів), які були використані для розрахунку узагальненого індексу

3. Після розрахунку для кожної ПАТС показників J_i та J_t здійснюють аналіз територіальної диференціації кожного з показників або окремих показників (в залежності від мети дослідження) за допомогою відповідної методики [2].

Висновок. Таким чином, рівні розвитку авіатранспортної системи та суспільно-географічного регіону будуть взаємообумовлені. Найвищий рівень соціально-економічного розвитку регіону зумовлює високий рівень розвитку авіатранспортної системи і навпаки, коли в регіоні є потужний, сучасний аеропорт, це говорить про розвиненість самого регіону. Власний розвинений аеропорт - не лише потужний ресурс поповнення бюджетів усіх рівнів, але й

критерій для іноземних інвесторів, що значно підвищує інвестиційну привабливість регіону.

Список літератури

1. Белозерова В.А. Уровни экономического развития районов Украинской ССР и тенденции их сближения: автореф. дис. На здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.02 «Економічна і соціальна географія» / В.А. Белозерова. - К., 1972.- 21 с.

2. Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем: Навчальний посібник /І.М.Дудник – К.: Кондор, 2009. – 205 с.

3. Марінцева К.В. Актуальні напрямки наукових досліджень авіатранспортних систем /К. В. Марінцева// XXVIII МНПК «Перспективные направления отечественной науки». – Режим доступу: <http://nauka.zinet.info/28/Marintseva.php>

4.Мезенцев К.В. Суспільно-географічне прогнозування регіонального розвитку: Монографія/ К.В.Мезенцев - К.: ВПЦ «Київський університет», 2005. – 253 с.

5. Паламарчук М.М. Економічна географія Української РСР/ М.М. Паламарчук - К.: Радянська школа, 1977.- 312с

3. Марінцева К.В. Актуальні напрямки наукових досліджень авіатранспортних систем /К. В. Марінцева// XXVIII МНПК «Перспективные направления отечественной науки». – Режим доступу: <http://nauka.zinet.info/28/Marintseva.php>

Використання малої авіації у туризмі

У статті розглядаються питання пов'язані з проблемами використання малої авіації у туризмі в Україні. Надаються приклади використання малої авіацію у туризмі за кордоном

Вступ. Повітряний транспорт є ключовою ланкою у розвитку міжнародного туризму. Зростання міжнародного туризму за останнє десятиліття безпосередньо пов'язано з позитивними досягненнями в галузі авіації. Відкриття нових напрямків, поява нових видів повітряних суден, налагодження системи інформаційних та комунікаційних технологій, - все це на пряму сприяє розвитку туристичної інфраструктури. Згідно до статистичних даних, наданих Всесвітньою туристичною організацією за 2016 рік більше половини, а саме 54% всіх пасажирських перевезень, були здійснені саме авіаційним транспортом.

Виклад основного матеріалу. У XXI ст. розвиток малої авіації (МА) стрімко зростає. Окрім туристичної діяльності мала авіація відіграє важливу роль у багатьох інших сферах суспільного життя: медицини, промисловості тощо. З досвіду наших закордонних сусідів повітряна швидка може вчасно допомогти врятувати не одне людське життя. Мала авіація має широку сферу використання: захист рослин та внесення добрив, патрулювання газопроводів, аеро фото- та відеозйомка, спорт, повітряне таксі, яке, до речі, вже давно працює в світі. Розвиток малої авіації в Україні знаходиться у стані підйому, хоча і зазнає при цьому певні труднощі.

Вивчення сучасного стану малої авіації в туристичній сфері Україні, дає можливість визначити наступні проблеми:

1. Не досконала нормативно-законодавча база у сфері цивільної авіації;
2. Відсутність термінологічного апарату та класифікаційної структури малої авіації;
3. Застарілі та зношені повітряні судна МА;
4. Високий рівень шуму та велике екологічне навантаження авіації на навколишнє середовище;
5. Нерозвинута авіаційна інфраструктура (стан аеродромів, акваторій гідродромів, злітно-посадкових смуг, підходів до аеродромів не відповідає міжнародним вимогам);
6. Висока вартість на авіаційне паливо, що спричинює високу вартість на туристичну послугу;
7. Мережа аеродромів та посадкових майданчиків знаходиться далеко від зон відпочинку та туризму;

8. спорту, має високу ціну на техніку подібних Ринок повітряних суден легкого та надлегкого класу, який призначений для відпочинку і повітряних апаратів;
9. Відсутність інвестування у розвиток туризму засобами малої авіації;
10. Відсутність професійного кадрового персоналу даної сфери діяльності.

Загалом у нашій країні мала авіація у туризмі перебуває в стадії становлення. На відміну від країн Європи та Америки його ініціаторами стали не туристські фірми, а аероклуби у програмі яких прості польоти над аеродромом, політ за спеціально замовленому маршруту, або в пілотажної зону. Польоти за межами аеродрому вимагають обов'язкового узгодження з різними відомствами.

Сьогодні в Україні працює велика кількість аероклубів, які мають широкий асортимент засобів малої авіації. Найвідомішим серед них є Центральний аероклуб України ім. О. К. Антонова аеродрому «Чайка». Крім нього не менш відомими є Планерний клуб аеродрому «Бузова» ЦАК ім. Антонова, Харківський аероклуб ім. Гризодубової, Всеукраїнська Асоціація «Аероклуб України», Аероклуб «Ікар» у місті Миколаїв та багато інших.

Великим поштовхом для розвитку приватної малої авіації в Україні дали нові правила польоту, які були введені у вересні місяці 2013 року, згідно до яких аматори зможуть літати на певно визначеній висоті (неконтрольованому повітряному просторі) так же вільно, як і їздити на власному автотранспортному засобі.

Засоби малої авіації в житті людини безумовно мають широке практичне значення. Окрім туристичних та бізнес подорожей на власних літаках МА допомагає рятувати безліч людських життів. Судна малої авіації мають поширене застосування у сфері санітарної авіації та рятування туристів під час виникнення надзвичайних ситуацій [1].

Лідуючою країною, яка здійснює туристичну діяльність засобами малої авіації є США. Тут популярними є всі наявні у малій авіації літальні апарати. Туристичне життя даної країни є настільки різноманітним, а мала авіація настільки розвиненою, що разом ці дві галузі створюють неймовірно цікавий, неординарний кінцевий туристичний продукт.

Найбільш звичним, для здійснення туристичного польоту у Сполучених Штатах є подорож на гелікоптері. Він є досить таки безпечним, розрахований на декількох осіб та може здійснюватись на велику висоту, що слугує гарним фактором для кращого споглядання туристичних об'єктів Америки. Саме за допомогою гелікоптерів здійснюються більшість оглядових екскурсій. Найбільш популярними є подорожі над найбільшим містом у США – Нью Йорком. Тут туристи мають можливість зіткнутись обличчям до обличчя зі статуєю Свободи, пролетіти на річку Гудзон, помилуватися знаковим Емпайр Стейт Білдинг та чудовою зеленою територією Центрального Парку, побачити Уолт-стріт, світовий фінансовий центр та відомий Джордж Вашингтон Міст. Цікавим є те, що не зважаючи на вартість туру, даним видом екскурсійної послуги користуються дуже багато туристів. Цінова політика

варіюється від 75 \$ (за 15 хвилин) до 500 \$ (за 45 хвилин). Найдорожчим туром є польоти над Ніагарським водоспадом, вартість якого доходить до 600 \$ [2].

Чеські компанії VIP Helicopter Czech і Delta System Air (DSA), надають свої послуги на здійснення екскурсійних програм гостям чеської столиці. Півгодинна екскурсія над старою Прагою пропонується за 47 тисяч крон (близько 1566 євро). Як правило, вертоліт замовляють багаті підприємці, службовці великих компаній або ексцентричні іноземні туристи.

Азійська туристична частина є не менш відомою серед любителів повітряних подорожей. За допомогою засобів малої авіації туристи можуть ознайомитись з Гонконгом, пролетіти на могутньою Великою Стіною в Китаї, побачити з висоти Гуанчжоу та Шанхай. Найдорожчим (близько 2,800 \$) та найбільш захоплюючим туром є польоти над гірською системою в Гімалаях, що починається від Катманду та має висадку на схилах найвищої гори світу – Евересті.

В Російській Федерації мала авіація також має місце, але все ще знаходиться у стадії розвитку. Найбільшою популярністю мала авіація у сфері туристичного бізнесу набуває в Санкт-Петербурзі. Найкоротшою є екскурсія напротязі 12 хвилин. Така екскурсія пропонує оглядовий політ над містом вздовж акваторії Неви, Василівського острова, стрілки Василівського острова, крейсера «Аврора». Петропавлівська фортеця у подібній екскурсійній програмі являється і відправним і кінцевим пунктом призначення. Така екскурсія коштуватиме 4500 рублів на одну людину. Для любителів подорожей пропонують екскурсії протягом 4-х годин. Така екскурсія може включати в себе саме місто Санкт-Петербург та його передмістя, наприклад Петергоф, відомий острів Ваалам, острів Коновець та ін.

Окрім того, що мала авіація слугує засобом доставки туристів на безпосереднє місце проведення відпочинку чи у якості самого дозвілля, вона також грає велику роль у рятуванні життів подорожуючих туристів. Частіше всього це стосується альпіністів. Висота у Альпах досягає 4810 метрів, тож, нажаль абсолютна більшість засобів малої авіації туди не досягають. Тому, навіть в гарну погоду, доводиться летіти в вузьких ущелинах між скелями, на яких є льодовики. Для звичайного пілота, звичного до рівнинних польотів, це дуже небезпечно. Німецький Альпійський Союз також використовує повітряні судна малої авіації, насамперед вертольоти, для забезпечення гірських пригулків та рятування туристів у горах [3].

У Високих Татрах дуже розвиненими є гірські види спорту та туризм. В усіх рятувальних службах працюють лише професійно підготовлені рятувальники, а кандидати проходять випробувальний термін до трьох років. Рятувальники на вертольотах навчені роботі з підвіскою і можуть знімати потерпілих альпіністів навіть зі стін. Суднами малої авіації було врятовано та евакуйовано сотні туристів.

У Болгарії на гірських схилах також посилили безпеку для туристів. Для цього використовують вертольоти за спеціальним обладнанням для спасіння та транспортування туристів до лікарень. У 2013 році на гірськолижних курортах Болгарії сталось близько 1483 нещасних випадків. В

Болгарії рятувальні служби патрулюють такі туристичні райони, як Софія, Боровець, Пампорово, Бансько і Добрініште.

Аналізуючи поступовий розвиток малої авіації у сфері туристичного бізнесу за часи незалежності української держави, потрібно зазначити, що частка здійснених туристичних подорожей саме за допомогою засобів МА виросла. Доказом того є збільшення кількості аеродромів, які обслуговують літальні апарати МА. На сьогоднішній день в Україні нараховується приблизно 50 аеродромів, здатних обслуговувати судна малої авіації. Станом на 26 березня 2017 року згідно до Державного реєстру цивільних повітряних суден входить 979 літаків, з яких більша частина належить до малої авіації [4].

В Україні щорічно проходять фестивалі малої авіації, у тому числі у Державному музеї авіації Національного авіаційного університету у місті Києві. Найбільш захопливим видовищем програми фестивалю є демонстраційні польоти на засобах малої авіації. У якості експозицій виставляють спортивні, туристичні та надлегкі літаки і вертольоти, на стендах мікро-літальні апарати українського виробництва. Такі заходи, як фестивалі та виставки, знову ж таки дуже позитивно впливають на розвиток туризму в Україні. Адже вони привертають увагу не лише професіоналів даної галузі, але й велику кількість туристів.

Висновки

Засоби малої авіації надають туристам можливість у цікавому та екстремальному проведенні свого дозвілля та підводять до того, що у сучасну епоху туризм та авіаційний транспорт стали цілком взаємозалежними елементами.

Мала авіації в житті людини безумовно має широке практичне значення. Окрім туристичних та бізнес подорожей на власних літаках МА допомагає рятувати безліч людських життів. Судна малої авіації мають поширене застосування у сфері санітарної, пожежної авіації, допомагають рятувальним службам у проведенні їх операцій, а послугами повітряного таксі вже давно користуються у багатьох країнах Америки, Європи та Азії.

Багато відомих на весь світ туристичних операторів та авіакомпаній, створюють спеціальні, спільні організації, з ціллю надання туристичних послуг засобами малої авіації. Прикладом того слугує відома туристична організація Tomas Cook, яка у результаті інтегрування з британською чартерною авіакомпанією відтепер надає екскурсійні послуги легкими літальними апаратами у багатьох країнах Європи.

Щодо стану національної малої авіації, потрібно сказати, що на сучасному етапі в Україні існують передумови для розвитку малої авіації, в тому числі й її нетрадиційних видів. Це потребує вирішення проблеми оцінки місткості й структури ринку, а також напрямків технічного оновлення парка авіаційної техніки. Розвиток інфраструктури МА в Україні це, перед усім, величезні інвестиції в економіку, розвиток малого та середнього бізнесу, підвищення процесів інтеграції з світовою спільнотою. На сьогоднішній день потенціал послуг, наданих засобами малої авіації, є не достатньо реалізованим. Експлуатація морально та фізично застарілої авіаційної техніки, виконання

авіа робіт та надання послуг в межах прийнятих для попередніх економічних умов методик, робить неможливим подальший перспективний розвиток цивільної авіації. Незважаючи на це в Україні спостерігається активне виникнення нових видів авіа робіт та послуг, що продиктовано світовими тенденціями розвитку суспільства. До таких видів належать: виконання приватних польотів, організація авіаційних шоу, розвиток ділової авіації, а також використання авіації у сфері туризму для організації відпочинку та розваг.

На сучасному етапі для створення в Україні сприятливого середовища для діяльності малої авіації основною та найголовнішою умовою розвитку галузі є необхідність розробки нормативно-правової бази. Для початку потрібно хоча б розробити термінологічний апарат, який би давав визначення поняттю «мала авіація», та її видам. Крім того, необхідно розробити класифікацію засобів малих повітряних суден та класифікацію видів туристичної діяльності, що здійснюється за допомогою літальних апаратів малої авіації. Можна запропонувати наступне визначення МА: **Мала авіація – це авіація, яка для здійснення своєї діяльності використовує легкі повітряні судна та в залежності від форми власності й використання повітряного апарату може бути віднесена як до авіації загального призначення, так і до комерційної авіації.**

Безперечним фактором того, що мала авіація в Україні все таки розвивається є кількість проведених фестивалів та виставок. Таким чином, потрібно зробити висновок, що туристична індустрія та засоби малої авіація є цілком взаємодіючими елементами, що функціонуючи разом підвищують конкурентоспроможність держави на світовому ринку туристичних послуг.

Тенденція розвитку малої авіації в Україні у сфері туризму є безперечно позитивною. Звичайно існує багато факторів, які так чи інакше стримують стрибок розвитку даного виду діяльності. Мала авіація потребує не абиякі капіталовкладення та додаткових джерел фінансування. Тому доки Україна знаходиться у складному політичному та економічному становищі, авіація не зможе бути найпродуктивнішим рушієм розвитку туристичної галузі.

Список літератури

1. Фокін С.П. Транспортування туристів спеціалізованими організаціями під час виникнення надзвичайних ситуацій. / Взаємодія транспорту і туризму: тенденції, проблеми, перспективи. Зб. наук. праць. – К.: Принт-центр, 2012. – С. 174 – 177.
2. United States Department of Transportation / Active U.S. Air Carrier and General Aviation Fleet by Type of Aircraft [Електроний ресурс]. – Режим доступу:http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_13.html
3. <http://www.alpenverein.de/>
4. Режим доступу <http://www.avia.gov.ua/documents/rcps/vrcps/24020.html>

С.Г. Бляшук, аспірантка
(КНЕУ імені Вадима Гетьмана, Україна)

Вимоги до працівників інноваційного типу на світовому ринку авіаційних послуг

Визначено основні вимоги до працівника авіаційної галузі, адекватні інноваційній економіці. Запропоновані методи підвищення конкурентоспроможності працівника на ринку авіаційних послуг.

Стрімкі зміни у розвитку суспільних процесів вимагають від сучасних організацій забезпечення конкурентних переваг і постійної максимізації прибутку. Однією з пріоритетних галузей економіки є авіаційна, яка входить до лідерів, що продукують інновації, а також використовують інноваційні методи управління. Одним із основних факторів зростання конкурентоспроможності окремого підприємства, організації та галузі загалом є працівники, які здатні забезпечити зростання продуктивності та ефективності праці і, як наслідок, показників ефективності діяльності підприємства. Для досягнення поставленої мети підприємствам необхідно висувати вимоги до працівників, які будуть відповідати потребам інноваційної економіки загалом і, зокрема, потребам авіаційної галузі.

Дослідженню питань формування інноваційного складу працівників присвячено багато робіт вітчизняних науковців: О.Гришної, А. Колота, І.Л. Петрової, Л. Лісогор, М. Семікіної та багатьох інших. Проте питанням визначення вимог, які висуваються до працівників на сучасному ринку авіаційних послуг, залишається відкритим.

Формування нових вимог до професійної компетентності фахівців авіаційної галузі, процесу їх підготовки, обумовлюється, перш за все, необхідністю забезпечення його відповідності реаліям сьогодення, які формуються під впливом загальної інформатизації світової економіки, поширення глобалізаційних процесів.

Відповідно до ст. 49 та ст. 51 Повітряного кодексу України [1] особа, яка належить до авіаційного персоналу, повинна відповідати кваліфікаційним вимогам за професійною ознакою, станом здоров'я та мати належним чином оформлене свідоцтво згідно з авіаційними правилами України. Свідоцтво видається окремо на кожну спеціальність осіб авіаційного персоналу. Особа авіаційного персоналу зобов'язана мати при собі свідоцтво під час провадження професійної діяльності і провадити таку діяльність згідно з умовами та обмеженнями, передбаченими свідоцтвом.

Аналізуючи тенденції сьогодення стосовно працевлаштування та трудового процесу варто підкреслити, що однією з найважливіших умов ефективної діяльності працівників є вільне володіння іноземними мовами, зокрема, англійською. Особливо дана вимога стосується ринку авіаційних послуг, що є основою трудової діяльності працівника будь-якого відділу.

Працівники інноваційного типу характеризуються креативністю, схильністю до багатозадачності, трудовою мобільністю, яка уособлюється у здатності працівника пристосуватися до мінливих умов виробництва, до зміни трудових функцій, готовністю до перманентного підвищення кваліфікації.

Інноваційний розвиток впливає на засоби та предмети праці, безперервно породжуючи зовнішні ефекти через відкриття нового ресурсу або створення нового продукту [2, с.69]. Відповідно до цього, працівники авіаційної галузі повинні бути готові до різноманітних нововведень, які впроваджуються з метою покращення ефективності діяльності, а також забезпечення високих конкурентних переваг на ринку авіаційних послуг.

Основними напрямками дальшого розвитку змісту праці є її інформатизація, тобто використання таких матеріально-речових елементів, які втілюють високу частку неречових витрат і забезпечують трудо-, енерго-, ресурсозбереження та збереження управлінської інформації, та інтелектуалізація – збільшення частки розумової праці в сукупній праці, підвищення творчих функцій у діяльності всіх працівників [2, с.71].

Враховуючи той факт, що ринок авіаційних послуг є одним з найбільш автоматизованих та інформатизованих, працівники даного сегменту ринку праці повинні йти в один крок з розвитком інновацій в інформаційних системах, а саме – вільно володіти багатьма системами обробки інформації, що використовуються безпосередньо в цій галузі; вносити свої корективи та рекомендації для покращення її роботи; миттєво реагувати на зміни, які відбуваються на ринку авіаційних послуг та вміти креативно розробити план впровадження тієї чи іншої новинки в дію.

Вище наведені можливості працівника можна назвати функцією генерації ідей. Персонал - єдиний з усіх факторів виробництва несе в собі творчу складову. Суб'єктами інноваційної праці є працівники, які здатні створювати нові знання і активно їх використовувати, адже результатом такої роботи є нові ідеї, образи, що визначається, перш за все, творчими здібностями до певного виду діяльності, активністю людини, умовами реалізації цих здібностей в суспільстві. Такі кадри повинні бути здатні і схильні до інновацій [3, с.192].

Важливою характеристикою інноваційних працівників авіаційного ринку праці є наявність у них здібностей до творчої праці та можливість їх реалізації, що визначає їхній індивідуально-кваліфікаційний потенціал та індивідуальні професійні характеристики. Тому, на відміну від «нетворчого» персоналу, інноваційні працівники повинні володіти певними якісними рисами, потрібними для інноваційної діяльності. До таких рис зараховують: високу професійну компетентність, самостійність, ініціативність, підприємливість, активність, творчість, новаторство, оригінальність у праці, спроможність довести інноваційну ідею до впровадження, наполегливість, здатність до виконання трудових функцій на рівні міжнародних стандартів, високі адаптаційні можливості, високий рівень культури.

Однією з вимог яка повинна висуватись до працівників інноваційного типу є наявність спеціальної професійної освіти, а також сертифікатів: про підвищення кваліфікації, проходження професійних курсів та навчання.

Працівник повинен володіти рядом компетенцій в своїй галузі – вміти поєднувати виконання поставлених завдань та досягнення високих показників ефективності своєї діяльності.

Поєднуючи накопичені знання, досвід і навички своїх працівників, підприємство формує ключові компетенції, які забезпечують йому стійку конкурентну перевагу на ринку. Матеріальне втілення цих компетенцій знаходить своє відображення в унікальній технології або іншому інформаційно-інтелектуальному ресурсі [4], що пояснює здатність підприємства розвивати інноваційну діяльність, а його працівників – створювати для цього унікальні корпоративні знання.

Важливим моментом для організації інноваційної кадрової складової на ринку авіаційних послуг є ефективна організація трудового процесу та навчання персоналу. Перш за все, створення системи управління знаннями, яка пов'язана з розумінням всіх процесів, методів та операцій, що здійснюються в галузі, накопичення досвіду, який пізніше обов'язково буде передаватись молодому поколінню з врахування нових тенденцій, що відбуваються на ринку. Це дасть змогу вносити різні корективи для постійного удосконалення інформаційних систем та зростання ефективності діяльності.

Особливе місце для формування працівників інноваційного типу займає всебічний розвиток персоналу, що забезпечить можливість працівника по максимуму використовувати свою здібності, розвивати нові, а також удосконалювати набуті раніше.

Підсумовуючи вище сказане, вважаємо, що сучасні вимоги, які висуваються до працівників інноваційного типу в авіаційній галузі є досить високими, яким зможуть відповідати далеко не всі кандидати на посаду. Однак, ті, хто мають здібності та можливості для навчання і удосконалення себе зможуть зайняти бажане робоче місце та демонструвати лише ефективні результати своєї діяльності. Для цього також необхідно щоб і підприємства зі свого боку забезпечували можливості всебічного розвитку вже існуючих працівників, а також організовували спеціальні курси для потенційних претендентів на дану посаду.

Список літератури

1. Повітряний кодекс України: Закон України від 19 трав. 2011 р. № 3393-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 48/49. – Ст. 536.
2. Розвиток соціально-трудової сфери України: теорія, практика, перспективи: кол. монографія / за ред. д.е.н., проф. І.Л. Петрової, к.е.н. В.В.Близнюк; НАН України,ДУ «Ін-т економіки та прогнозування НАН України». – К., 2016. – 326 с.
3. Бельтюков Є.А., Толмачова О.В. Мотивація інноваційної активності кадрової складової інноваційного потенціалу / Є.А. Бельтюков, О.В. Толмачова // Економічні інновації. – 2013. – Випуск №52. – С.192
4. Ревуцька Н. В. Формування концепції інтелектуалізації бізнесу в сучасній парадигмі управління / Ревуцька Н. В. // Формування ринкової економіки : зб. наук. пр. – Спец. вип. : Економіка підприємства: теорія і практика. – Ч. II. – К. : КНЕУ, 2008. – С. 543–548.

Н.С. Шалімова, доктор економічних наук (Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна)
Г.І. Кузьменко, кандидат економічних наук (Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна)

Вплив системи оподаткування на позицію України в міжнародних рейтингах

Досліджено індикатори, які формують міжнародні рейтинги Doing Business та Paying Taxes. Визначено вплив показників, які характеризують систему оподаткування в країні на значення міжнародних рейтингів. Здійснено порівняльний аналіз місця України серед інших країн світу за міжнародними рейтингами Doing Business та Paying Taxes.

Одним з індикаторів сприятливості умов для ведення бізнесу в країнах світу є міжнародні рейтинги, в складі яких певне місце відводиться оцінюванню системи оподаткування в країні.

Найбільш популярним міжнародним рейтингом оцінки простоти здійснення підприємницької діяльності в країнах світу в останні роки є індекс «Ведення бізнесу» (англ. Doing Business), який дозволяє визначити якість правил регулювання підприємницької діяльності, що підвищують чи обмежують ділову активність, та їх застосування країнах світу, регіонах, а також вибраних окремих містах.

Задля покращення бізнес-клімату в Україні та підвищення позицій України у рейтингу Doing Business, Мінекономрозвитку спільно з Офісом ефективного регулювання (Better Regulation Delivery Office), розробило дорожню карту, що складається з 43 пунктів. Виконання цих пунктів має вивести Україну в ТОП-20 країн світу з найкращим бізнес-кліматом за версією Світового банку в 2017 році (Doing Business 2018). Дорожня карта затверджена Розпорядженням КМУ №1406 від 16 грудня 2015 року [1].

Doing Business – це рейтинг, що існує з 2003 року і, зазвичай, публікується восени. Кількість країн, які охоплюються рейтингом, постійно зростає: 2004 рік - 133, 2005 рік - 145, 2006 рік - 155, 2007 рік - 175, 2008 рік - 178, 2009 рік - 181, 2010-2012 рр. - 183, 2013 рік - 185, 2014-2016 рр. - 189, 2017 рік - 190. Ці дослідження не лише вказують на проблеми, які заважають розвитку підприємництва, а й визначають їхню причину та містять рекомендації відносно проведення необхідних реформ. Рейтинг включає 11 індикаторів, серед яких десять основних та один додатковий. До основних індикаторів включені такі:

- 1) реєстрація підприємства (Starting a business);
- 2) отримання дозволів на будівництво (Dealing with construction permits);
- 3) підключення до системи електропостачання (Getting electricity);
- 4) реєстрація власності (Registering property);
- 5) отримання кредитів (Getting credit);
- 6) захист меншості інвесторів (Protecting minority investors);

- 7) оподаткування (Paying taxes);
- 8) міжнародна торгівля (Trading across borders);
- 9) забезпечення виконання контрактів (Enforcing contracts);
- 10) вирішення неплатоспроможності (процедура банкрутства) (Resolving insolvency).

Додатковий індикатор (11-й) характеризує стан регулювання ринку праці (Labor market regulation) і його специфікою є те, що при визначенні загального рейтингу він не включається.

Згідно зі звітом за 2017 рік [2] Україна займає 80 місце серед 190 країн світу за рейтингом Doing Business – 2017 (табл. 1), що на 1 позицію вище у порівнянні із рейтингом Doing Business - 2016. Лідером на даний момент є Нова Зеландія. За середнім підрахунком експертів Світового банку, один пункт в рейтингу Doing Business, приносить державі близько 500-600 млн. дол. інвестицій.

Таблиця 1

Позиція України в рейтингу «Doing Business»

Назва	Doing Business 2017	Doing Business 2016	Зміни в рейтингу
Загальний рейтинг	80	81	▲ 1
Реєстрація підприємства (Starting a business)	20	24	▲ 4
Отримання дозволів на будівництво (Dealing with construction permits)	140	137	▼ 3
Підключення до системи електропостачання (Getting electricity)	130	140	▲ 10
Реєстрація власності (Registering property)	63	62	▼ 1
Отримання кредитів (Getting credit)	20	19	▼ 1
Захист міноритарних інвесторів (Protecting minority investors)	70	101	▲ 31
Оподаткування (Paying taxes)	84	83	▼ 1
Міжнародна торгівля (Trading across borders)	115	110	▼ 5
Забезпечення виконання контрактів (Enforcing contracts)	81	93	▲ 12
Вирішення неплатоспроможності (процедура банкрутства) (Resolving insolvency)	150	148	▼ 2

Джерело: узагальнено на основі звіту Doing Business – 2017 [2] та офіційних даних сайту: <http://doingbusiness.org/data/exploreconomies>

У порівнянні із 2016 роком, Україна покращила свої позиції за показниками:

- реєстрація підприємства - з 24-го до 20-го місця;
- підключення до електромереж – із 140-го до 130-го місця;
- захист міноритарних інвесторів - із 101-го до 70-го місця;
- забезпечення виконання контрактів - із 93-го до 81-го місця.
- оподаткування – із 107-го до 84-го місця.

В самому звіті Doing Business – 2017 особливо відмічені реформи, проведені Україною в двох сферах: захист міноритарних інвесторів та забезпечення виконання контрактів.

Але є сфери, в яких показники погіршилися або залишилися на тому самому рівні. Серед них:

- вирішення проблем із неплатоспроможністю – із 148-го до 150-го місця;
- міжнародна торгівля – із 110-го до 115-го місця;
- оподаткування - із 83-го до 84-го;
- реєстрація власності – із 61-го до 63-го місця;
- доступ до отримання кредитів – із 19-го до 20-го місця;
- реєстрація власності - із 62-го до 63-го;
- отримання дозволів на будівництво - із 137-го до 140-го.

Новий звіт демонструє, що необхідно більш рішуче впроваджувати реформи з дерегуляції, оскільки Україна значно поступається сусіднім країнам: Грузія знаходиться на 16 місці, Польща знаходиться на 24 місці, Румунія на 36, Білорусь на 37, Угорщина на 41, Молдова на 44, Туреччина на 69.

Індикатор «Оподаткування» додатково публікується в окремих звітах «Paying Taxes», які складаються Світовим банком у співпраці з PricewaterhouseCoopers з метою оцінки якості системи оподаткування для бізнесу. Цим рейтингом оцінюється податкове навантаження середньостатистичного підприємства у розрізі адміністрування та сплати корпоративного податку, соціальних відрахувань, податків, що утримуються з доходів працівників підприємства, податків на майно, податків на передачу права власності, податків з дивідендів та інших обов'язкових платежів, які має сплачувати бізнес. Крім цього, аналізується інформація щодо періодичності подання податкової звітності та сплати податків, а також щодо затрат часу, необхідного для виконання бізнесом свого податкового обов'язку. Рейтинг включає ще й оцінку процесів, які йдуть за сплатою податкових платежів, зокрема проведення податкових перевірок, отримання бюджетних відшкодувань, адміністративні оскарження, що дозволяє зробити ґрунтовний аналіз податкових систем.

Індикатор «Оподаткування» оцінюється за такими показниками, як:

- кількість податкових платежів;
- час на розрахунок та сплату податків;
- загальна податкова ставка (% від прибутку до оподаткування);
- індекс процедур після подачі звітності та сплати податків, який вимірюється на основі оцінки:

- часу, витраченого на розрахунок відшкодування по ПДВ;
- часу, необхідного для отримання цього відшкодування;
- часу, необхідного для виправлення помилок, коригування звітності, проведення та завершення процедур податкових перевірок (податкового аудиту).

Порівняння показників України з показниками інших країн та груп країн (табл. 2) показує, що Україна має сприятливі умови за такими показниками, як «кількість податкових платежів» та «індекс процедур після подачі звітності», але зовеликий час на розрахунок та сплату податків і порівняно високу загальну податкову ставку.

Таблиця 2

Порівняння показників України за індикатором «Оподаткування» із іншими країнами та групами країн

Показник	Україна (рейтинг - 20)	Європа та Центральна Азія	ОЕСР	Нова Зеландія (рейтинг - 2)	Польща (рейтинг - 47)	Грузія (рейтинг - 22)
кількість податкових платежів	5,0	17,6	10,9	7,0	7,0	5,0
час на розрахунок та сплату податків	355,5	221,5	163,4	152,0	271,0	270,0
загальна податкова ставка (% від прибутку до оподаткування)	51,9	33,8	40,9	34,3	40,4	16,4
індекс процедур після подачі звітності та сплати податків (0-100)	79,3	71,9	85,1	96,9	92,2	87,2

Джерело: узагальнено на основі звітів Doing Business – 2017 [2] та Paying Taxes – 2017 [3], офіційних даних сайтів: <http://doingbusiness.org/data/exploreconomies>; <http://www.pwc.com/gx/en/services/tax/paying-taxes-2017>

Як зазначено в звіті «Paying Taxes 2017» в середньому компанії світу витрачають 251 годину на розрахунки податків, підготовку звітності та їх сплату, виконують 25 платежів за середньою загальною податковою ставкою 40,6% від прибутку до оподаткування.

В звіті «Paying Taxes 2017» Україна аналізується у порівнянні із 19 країнами Східної Європи та Центральної Азії. Серед цих країн України має найнижчу кількість податкових платежів (разом із Грузією) - 5. В інших країнах передбачено від 6 (Азербайджан) до 51 (Киргизія) платежу. Загальна податкова ставка є однією з найвищих – 51,9% (випереджають Україну лише Беларусь - 54,8% та Таджикистан - 65,2%). Одним з найвищих є показник часу на розрахунок податків - 355,5 (вище лише в Боснії та Герцеговині - 411 год.). За індексом процедур після подачі звітності Україна знаходиться всередині даного міні-рейтингу.

Показники міні-рейтингу країн ЄС такі:

- загальна податкова ставка: від 20,8% (Люксембург) до 62,8% (Франція);
- час на розрахунок та сплату податків: від 52 год. (Сан-Маріно) до 453 (Болгарія) (Болгарія значно випереджає інші країни ЄС, перед нею Угорщина з показником в 277 год.);
- кількість платежів: від 4 (Норвегія) до 31 (Хорватія);
- індекс процедур після подачі звітності: від 48,4 (Італія) до 98,6 (Сан-Маріно).

Якщо оцінка тієї чи іншої економіки за індикатором Paying Taxes збільшилася або зменшилася на 2% або більше до крайньої межі, то зміни у податковому законодавстві, які призвели до цього, можуть бути кваліфіковані як реформи. При цьому такі реформи поділяються на дві категорії: реформи, які спрощують ведення бізнесу, та реформи, які ускладнюють ведення бізнесу. З 2004 р. у світі було проведено 443 реформи у податковій сфері, що дозволили спростити ведення бізнесу.

Висновки. Посилення рейтингу нашої країни у світовому економічному просторі в цілому та різних сферах зокрема (торгівельній, фінансовій, соціальній тощо) є неможливим без формування міцної внутрішньої основи для розвитку, яку і забезпечує система оподаткування. Незважаючи на деякі позитивні зрушення, Україна має потенціал для вдосконалення інституціональних, адміністративних та економічних важелів в цій сфері.

Список літератури

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану дій щодо імплементації кращих практик якісного та ефективного регулювання, відображених Групою Світового банку у методології рейтингу “Ведення бізнесу” на 2016 рік» від 16 грудня 2015 р. № 1406-р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1406-2015-p>
2. Doing Business 2017 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.doingbusiness.org/~media/WBG/DoingBusiness/Documents/Annual-Reports/English/DB17-Report.pdf>
3. Paying Taxes 2017 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://pwc.com/gx/en/paying-taxes/pdf/pwc-paying-taxes-2017.pdf>

С.О. Біла, проф., д.н.д.у. (к.е.н.)
(Національний авіаційний університет, Україна)

Диверсифікація авіаційних послуг в Україні в умовах глобалізації

Висвітлено основні проблеми розвитку ринку авіаційних послуг в Україні. Досліджено стан та перспективи диверсифікації ринку авіаційних послуг в Україні. Визначено фактори, які позитивно впливають на відновлення економічної активності українських суб'єктів господарювання на внутрішньому ринку авіаційних перевезень, на європейському та на світовому ринку в умовах глобалізації.

Для виходу з кризової економічної ситуації, що напрямую пов'язана з втратою традиційних ринків збуту для національних товарів та послуг, Україна шукає нові пріоритети та ніші економічного розвитку. Важливе місце у цьому процесі належить розвитку та диверсифікації ринку авіаційних послуг, що тісно пов'язано з інноваціями, розвитком високих технологій, обслуговуванням внутрішньої та зовнішньої торгівлі та пасажирськими авіаперевезеннями. Комплекс авіаційних послуг традиційно залучає до сфери власного розвитку суміжні галузі: дорожнє будівництво та всі різновиди транспорту (у т.ч. їх ремонт), інфраструктурні об'єкти, машинобудування, сферу готельно-ресторанного та торговельного бізнесу та ін. Отже, розвиток ринку авіаційних послуг формує на місцях мультиплікативний ефект економічного зростання, що позитивно позначається на створенні додаткових робочих місць та зростанні обсягів національного виробництва. Для України актуальності набуває віднайдення стратегічних пріоритетів диверсифікації ринку авіаційних послуг з урахуванням викликів глобалізації та загостренням конкуренції у цьому сегменті бізнесу.

Серед системних проблем, які гальмують розвиток авіапромислового комплексу України та ринку авіаційних послуг експерти виокремлюють: кризу внутрішнього ринку цивільної авіаційної техніки, що пов'язана з відсутністю у національних авіаційних компаній інвестицій для відновлення та модернізації парку повітряних суден, які експлуатуються; скорочення експорту цивільних повітряних суден; нерозвиненість кредитних механізмів фінансування виробництва і реалізації вітчизняної авіаційної техніки, недоступність фінансового лізингу; відсутність податкових та інших стимулів для вітчизняних та іноземних фінансових структур щодо інвестування в авіаційну промисловість України. Системні перешкоди для залучення інвестицій у національний авіаційний комплекс створюють такі чинники: організаційна розпорошеність структур авіаційного комплексу; зменшення наукового та інтелектуального потенціалу, погіршення кадрового складу конструкторських бюро, інститутів та підприємств, які розробляють та виробляють серійну авіаційну техніку; загострення конкуренції за права власності у сфері авіаційного виробництва, права інтелектуальної власності; зростання вимог світових організацій щодо контролю за дотриманням стандартів якості та

безпеки у сфері виробництва авіаційної техніки та здійснення авіаційних перевезень [1].

За період з 2013 р. до 2015 р. Україна втрачала конкурентні позиції на світовому ринку авіатехніки, авіаційних перевезень та послуг. Ситуація дещо покращилась у 2016 р. Так, впродовж 2016 р. на ринку пасажирських та вантажних авіаперевезень працювало 29 українських авіакомпаній, якими було виконано 79,5 тис. комерційних рейсів (за 2015 рік – 66,3 тис. рейсів). Кількість перевезених пасажирів в Україні збільшилась у 2016 р. порівняно з 2015 р. на 31,3 % та склала 8277,9 тис. чоловік. Обсяги перевезень вантажів та пошти зросли на 5,2 % і становили 74,3 тис. тонн. Пасажиропотоки через аеропорти України зросли на 20,9 % та становили 12929,9 тис. чоловік [2]. Не дивлячись на економічні негаразди, Україна зберегла потужний конкурентний потенціал у сфері транспортної та регіональної пасажирської авіації, володіє повним циклом (макротехнологією) створення авіаційної техніки. За рівнем розвитку літакобудування Україна і досі належить до «клубу» потужних держав світу, які застосовують високі авіа-технології. Українське літакобудування залишається однією з найбільш прибуткових і водночас, однією з найбільш капіталомістких сфер машинобудування. Цікаво зазначити, що на початку 2017 р. в Україні за інвестиційної підтримки Саудівської Аравії вперше було зібрано готовий для експлуатації літак АН-132 без використання російських комплектуючих.

Літакобудування України нараховує понад 60 підприємств, що виробляють авіатехніку, у т.ч. п'ять великих підприємств – ВАТ «Мотор-Січ», Харківський авіаційний завод, Авіаційний науково-технічний комплекс ім. Антонова, Київський завод «Авіант» та ін., на яких працює біля 25 % зайнятих у сфері українського машинобудування. Потенціал літакобудування в Україні зорієнтований на виробництво авіаційної техніки у наступних сегментах: виробництво регіональних пасажирських та транспортних літаків (у т.ч. на сегмент середньої авіації); авіаційні двигуни та агрегати; бортове радіоелектронне обладнання, орієнтоване на використання супутникових систем зв'язку, навігації та спостережень; гелікоптери та літальні апарати малої авіації, зокрема безпілотні літальні апарати тощо. Серед найбільш перспективних та конкурентних розробок українського авіабудування слід назвати: літаки типу АН-38, АН-70, АН-74, АН-124, АН-140, АН-148, АН-158 та їх модифікації; серійне виробництво двигунів Д-27, Д-18Т четвертої серії, АІ-450, АІ-222-25, ВК-2500; український гелікоптер; українські безпілотні літальні апарати [3]. Національне виробництво української авіатехніки створює гарантію і для розвитку, диверсифікації авіаційних послуг, що надаватиме Україна як на внутрішньому, так і на світовому ринку авіаперевезень.

Особливу увагу в Україні приділяють співробітництву у сфері авіабудування та розвитку авіаційних перевезень з країнами ЄС. Так, Україна працює з ЄС у сфері реалізації проекту Twinning «Гармонізація законодавства України в галузі льотної придатності повітряних суден авіації загального призначення та в галузі сертифікації аеропортів/аеродромів України з відповідними нормами та стандартами ЄС та їх впровадження». З 2015 р.

технічне завдання проекту Twinning опрацьовується відповідними підрозділами Державіаслужби [4]. Інституційно-правовою основою співробітництва України з країнами ЄС у сфері розвитку повітряного транспорту стає реалізація положень Повітряного кодексу, який був прийнятий Верховною Радою України у травні 2011 р. [5]. Повітряний кодекс регламентує правові основи загальної діяльності на авіатранспорті, встановлює пріоритети державного регулювання авіаційної галузі, унормовує умови та стандарти використання повітряного простору України з урахуванням гарантування безпеки авіації та авіаційних перевезень, забезпечення інтересів держави і національної безпеки у повітряних перевезеннях. Адже безпека авіаційних перевезень – одна з базових умов їх конкурентоспроможності як в країнах ЄС, так і у світі. Серед пріоритетів дотримання безпеки авіаційних перевезень Повітряний Кодекс зазначає наступне: імплементацію до законодавства України вимог міжнародних організацій, зокрема щодо безпеки аеронавігації та захисту прав пасажирів (як для громадської – комерційної авіації та авіації загального призначення, так і для державної авіації); унормування порядку відшкодування збитків пасажирів від затримання рейсів та/або зміни маршрутів; унормування умов перетинання державного кордону авіаційними засобами; чітке визначення органів держави, що відповідають за функціонування авіаційного транспорту тощо [5]. Повітряний кодекс України передбачає і виконання вимог міжнародних організацій з повітряного транспорту, а саме: Європейської конференції цивільної авіації (СЄКА), Європейської організації з безпеки аеронавігації (Євроконтроль), а також враховує висновки і рекомендації Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) тощо. Дотримання Україною положень Повітряного Кодексу сприятиме впровадженню міжнародних стандартів та вимог щодо складу, якості та безпеки використання авіаційної техніки, щодо кваліфікації пілотів, щодо стану та повноти авіаційних послуг, що надаються аеропортовими службами, сприятиме створенню Спільного авіаційного простору між Україною та країнами ЄС. Зазначимо, що Європейський спільний авіаційний простір – це двостороння угода між Європейським Союзом та третіми країнами для встановлення спільних стандартів безпеки та лібералізації ринкових відносин у сфері авіації та авіаційних перевезень і послуг. Вхідження України до Європейського спільного авіаційного простору (що прівірюється до зони вільної торгівлі у сфері авіації) відкриває для України нові ринки авіаційних послуг, на яких проживає понад 500 млн. осіб.

Висновки. Ринок авіаційних послуг залучає до сфери свого розвитку: пасажирські та грузові авіаперевезення; виробництво та ремонт, технічне обслуговування; авіаційний комплекс в цілому та суміжні галузі: дорожнє будівництво та всі різновиди транспорту (у т.ч. їх ремонт), інфраструктурні об'єкти, машинобудування, сферу готельно-ресторанного та торговельного бізнесу та ін. Розвиток ринку авіаційних послуг формує на місцях та в країні мультиплікативний ефект економічного зростання, що позитивно позначається на створенні нових робочих місць та зростанні обсягів національного виробництва. Диверсифікація авіаційних послуг має стати базовою стратегією

в Україні, що дозволить як зберігти позиції на внутрішньому ринку, так і опанувати нові сфери та ринки. Диверсифікація авіаційних послуг в умовах глобалізації напряму пов'язана з входженням України до Спільного авіаційного простору країн ЄС. Угода між Україною та ЄС про «відкрите небо», про Спільний авіаційний простір між Україною та ЄС визначає стратегічні пріоритети реформування авіаційного комплексу та стратегічні пріоритети диверсифікації українського ринку авіаційних послуг, акцентуючи увагу на підвищенні якості, гарантуванні безпеки, дотриманні відповідності національних стандартів розвитку авіаційного комплексу та авіаційних перевезень стандартам розвинутих країн світу.

Список літератури

1. Офіційний сайт Європейської конференції цивільної авіації [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.ecac-ceac.org
2. Підсумки діяльності авіаційної галузі України за 2016 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua/documents/diyalnist/p%D1%96dsumki%20d%D1%96jalnos%D1%96/>
3. Державна авіаційна служба України (Державіаслужба України) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua/documents/diyalnist/Aviaperevezennya-ta-litsenzuvannya/>
4. Міжнародна технічна допомога ЄС у сфері транспорту [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mtu.gov.ua/content/mizhnarodna-tehnicna-dopomoga-es-u-sferi-transportu.html>
5. Повітряний Кодекс України (від 19 травня 2011 року, № 3393-VI) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>

Забезпечення ефективності системи індикаторів оцінювання регіонального сталого розвитку

Розкривається необхідність визначення ланок регіонального розвитку, а також ефективні напрямки застосування специфічних та вузько спеціалізованих показників – систему індикаторів сталого регіонального розвитку.

Ефективність управління в загальному сенсі є досягненням реальної та соціально корисної конкретної управлінської мети за мінімальних витрат ресурсів та управлінської енергії в оптимальний термін з урахуванням зовнішніх та внутрішніх чинників. Метою управління сталим розвитком є досягнення та підтримка такого стану певної соціо-економічно-природної системи, який може характеризуватися визначенням сталий розвиток.

Управління сталим розвитком території (регіону) вимагає здійснення певних поетапних управлінських дій:

- оцінки стану і визначення концептуальних засад сталого розвитку відповідної території;

- стратегічного планування (розроблення стратегії сталого розвитку);

- стратегічного прогнозування (визначення прогнозних показників сталого розвитку відповідно до стратегії);

- оперативного управління та моніторингу;

- оцінки стану реалізації відповідної стратегії та стратегічного планування на наступний період.

На кожному етапі індикатори сталого розвитку здійснюють відповідні функції, для досягнення належної ефективності яких вони повинні відповідати певним вимогам. Оцінка стану сталого розвитку потребує формування системи репрезентативних показників, здатних забезпечити:

- порівняльний аналіз рівня сталості розвитку по кожній складовій (економічній, екологічній, соціальній);

- аналіз рівня інтегрованої сталості розвитку регіону порівняно з іншими територіями;

- визначення ключових т.зв. слабких ланок, які критично впливають на рівень сталості регіону.

Для порівняльного аналізу основних складових сталого розвитку регіону та співвіднесення його з іншими територіями доцільно використовувати відповідні агреговані показники – індекси економічного, соціального та екологічного розвитку, методологічно визначені на міжнародному рівні спеціальні індекси (розвитку людського потенціалу, екологічної стійкості, істинних заощаджень тощо) та інтегрований індекс сталого розвитку (наразі розроблено кілька методологічних варіантів його розрахунку). Водночас для детальнішого аналізу, спрямованого на визначення слабких ланок регіонального розвитку, слід застосовувати більш специфічні та

вузько спеціалізовані показники – систему індикаторів, що охоплюють основні змістовні аспекти сталого розвитку по кожній із трьох базових його сфер.

Для стратегічного планування і прогнозування ключовим завданням є комплексна оцінка всіх складових сталого розвитку і визначення відповідних завдань як по кожній з них, так і щодо певних інтегральних характеристик розвитку регіону. Тому на цьому етапі найбільш ефективними є комплексні системи оцінки, що включають як прості індикатори, так і певні агреговані показники, і структурно формуються за принципами «тема – проблема – індикатор» та/або «цілі – завдання – індикатор». Ключові завдання стратегічного планування і прогнозування можна також ефективно вирішити і за модельною системою індикаторів «тиск – стан – реакція», але це пов'язано із значними труднощами технічного та інформаційного характеру, зокрема необхідністю оперативного отримання, обробки, інтерпретації та аналізу великих обсягів інформації.

Окремого підходу потребує формування використання систем індикаторів для здійснення моніторингу стану реалізації відповідних стратегій та планів і вжиття заходів щодо управління сталим розвитком регіону. Стосовно моніторингу, доцільно виділити його стратегічний та оперативний види.

Стратегічний моніторинг передбачає відстеження у динаміці змін стану основних складових сталого розвитку та співвіднесення їх із відповідними стратегічними завданнями і планами. Тому для його здійснення придатні системи, які включають агреговані індекси основних складових сталого розвитку та індикатори й показники, на базі яких ці індекси розраховуються.

Оперативний моніторинг потребує насамперед відстеження динаміки змін у більш вузьких сферах, особливо таких, які є критично важливими з погляду оцінки сталого розвитку конкретного регіону. Для репрезентативної оцінки таких змін, крім стандартного набору показників, необхідно використовувати спеціальні індикатори, що відображають специфіку структури забезпечення сталого розвитку саме цього регіону і дають можливість оперативно відстежувати ситуацію в його «критичних точках».

Тобто для здійснення моніторингу та заходів безпосереднього управління сталим розвитком регіону найбільш ефективними вбачаються оцінювальні системи з ключових (базових), додаткових та специфічних індикаторів. Перші відображають найбільш значущі параметри регіонального розвитку: темпи зростання ВРП, динаміку інвестицій в основний капітал, зміну обсягів виробництва в основних галузях, масштаби антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, рівень бідності населення, справжні заощадження, індекс розвитку людського потенціалу тощо. Другі – дають змогу оцінити якість регіональної макроекономічної політики: природоємність економіки, технологічний рівень, диференціацію доходів, стан трудових ресурсів тощо, треті – можливість урахувати відповідну регіональну специфіку.

Окремою і досить важливою групою цілей (функцій), що покладаються на системи індикативної оцінки сталого розвитку регіону, є власне інформаційні цілі. Вони передбачають оперативне та систематичне надання

доступної, зрозумілої і репрезентативної інформації про стан сталого розвитку для громадськості та посадових осіб, що впливають на прийняття управлінських рішень. Для виконання цих функцій відповідні показники повинні перш за все характеризуватися простотою сприйняття та однозначністю інтерпретації.

Інформування громадськості та посадових осіб про стан і динаміку сталого розвитку може ефективно здійснюватися за допомогою скороченого переліку агрегованих показників, більшість з яких є певною мірою загальноприйнятими, методологічно визначеними на міжнародному рівні й наскрізними, тобто використовуваними на різних територіальних рівнях.

В окремих випадках, коли в регіоні спостерігається значний дисбаланс розвитку у зв'язку із наявністю проблемних підприємств, галузей, об'єктів тощо, як загальноінформаційні доцільно використовувати спеціальні індикатори, що відображають стан і динаміку змін таких проблемних ланок певної територіальної системи.

Висновок. Як свідчать результати аналізу, єдиного правильного рішення щодо ефективності того чи іншого типу індикаторів, структури або моделі системи оцінки сталості регіонального розвитку немає. Оскільки власне поняття сталого розвитку є інтеграційним та охоплює дуже широке коло цілей, завдань і сфер діяльності, то й вимоги до системи оцінок рівня сталості значно диференційовані залежно від конкретної мети, функцій та специфіки територіального утворення. Якщо розглядати оцінку сталого розвитку регіону в широкому сенсі, то у відповідній системі індикаторів знайдеться місце практично для всіх їх видів, типів, структур та моделей.

Список літератури

1. Хвесик М. Национальная стратегия устойчивого развития Украины / Михаил Хвесик, Степан Лизун, Евгений Хлобыстов // Устойчивое развитие: Международный научный журнал. – 2012. – №12. – С.5-13.
2. Данилишин Б. М. Просторова організація продуктивних сил України: мезо- та мікрорегіональний рівень / Данилишин Б.М., Чернюк Л. Г., Фашевський М. І. – Вінниця : Книга-Вега, 2007. – 572 с.
3. Федотов А. П. Глобалистика: начала науки о современном мире / А.П. Федотов. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 205 с.
4. Потапенко В.Г. Трансформація використання природно-ресурсної сфери України на засадах «зеленої» економіки : монографія / В.Г. Потапенко. – Суми: ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2013. – 384 с.
5. Трансформація інституціонального механізму природо-користування в умовах глобалізації: екологічні імперативи та системні суперечності / [Є. В. Герасимчук, І. М. Вахович, В. А. Голян, А. О. Олексюк]. – Луцьк : Надстир'я, 2006. – 228 с.

Реалізація стратегії бренд-орієнтованого розвитку економіки України

***Анотація.** Бренд-орієнтована національна економіка, бек-середовище, фронт-середовище, імідж, стратегія.*

Розвиток національної економіки, його темпи та якісні результати залежать від вибору його моделі, формату, напрямку. Невизначеність у цьому питанні української економіки сьогодні призвела до хаотичних дій уряду у підтримці окремих галузей, де виникає загроза конфлікту. Перманентних, стратегічних, послідовних дій, результатом яких можуть бути структурні та якісні зсуви в економічному розвитку, чекає і українське суспільство. Дослідження економічно розвинутих країн показало, що вектором їх розвитку є просування товарних брендів, а також розбудова національних брендів цих країн (див. таб.1):

Таблиця 1.

Динаміка вартості брендів TOP-10 країн світу за версією BrandFinance

№	Країна	Вартість брендів (млрд дол.)		
		2012	2016	2017
1	США	999,5	1432,0	1650,0
2	Китай	81,8	350,5	432,5
3	Японія	171,0	224,9	243,6
4	Німеччина	129,7	188,6	190,4
5	П/Корея	61,1	106,9	105,6
6	Великобританія	111,3	116,1	74,7
7	Франція	78,3	82,6	53,7
8	Іспанія	34,4	15,7	30,3
9	Швеція	15,2	32,5	43,3
10	Швейцарія	16,7	23,4	19,4

Джерело: складено автором за [1].

Дані таблиці свідчать, що безумовним лідером рейтингу вартості комерційних брендів у світі за версією BrandFinance є США, де за п'ять років їх загальна вартість збільшилась майже на 65%, приріст вартості брендів Південної Кореї склав 72,8%. Найбільші темпи росту спостерігаються у Китаї, загальна кількість брендів якого зросла з п'яти до 16, а їх сумарна вартість – у 5 разів. Отже бренд-орієнтований розвиток української економіки є досить перспективним, саме тому актуальним є розгляд порядку формування бренд-орієнтованої національної економіки, що передбачає шість етапів: нульовий – існуюча система; перший – політичний; другий – аналітичний; третій – функціональний; четвертий – креативний; п'ятий – трансляція; шостий – Feedback, що продемонстровано на рис. 1:

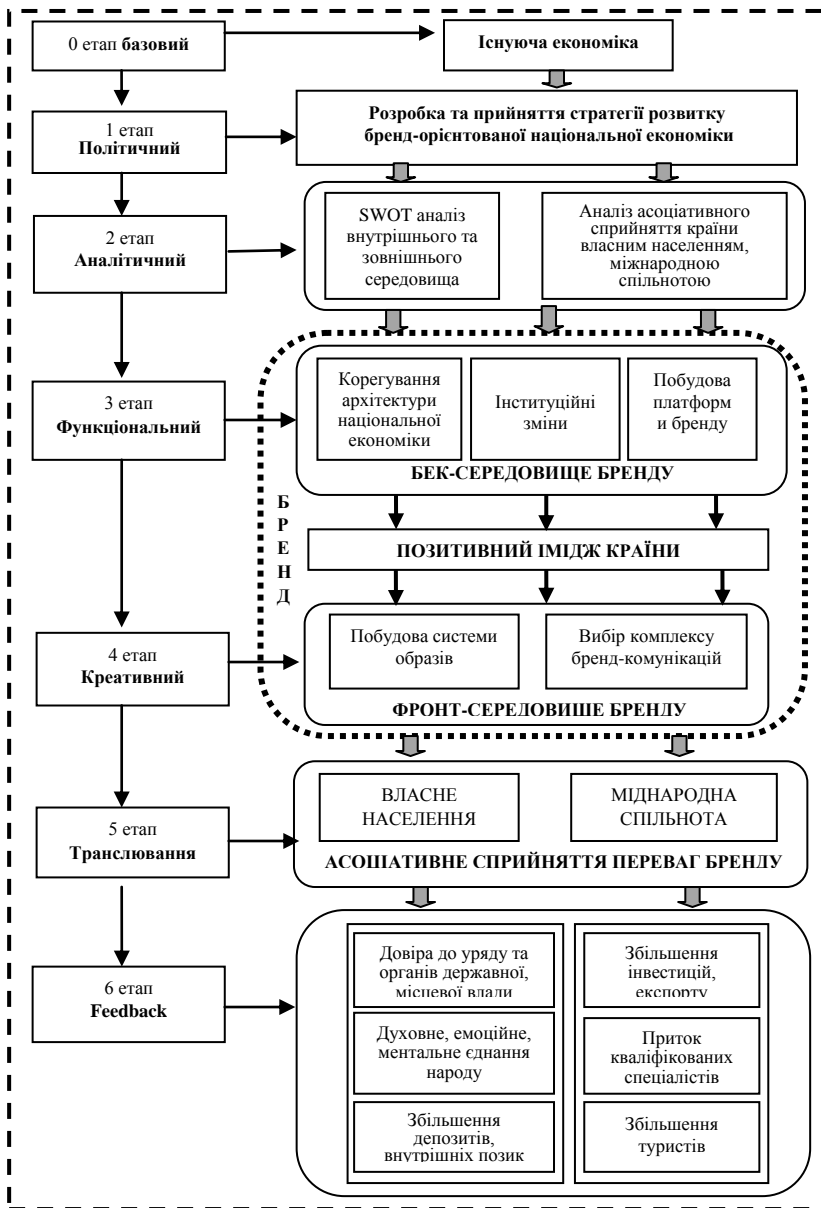


Рис. 1. Етапи формування бренд-орієнтованої національної економіки
Джерело: складено автором.

Бренд як системо-утворюючий фактор розвитку національної економіки сприяє підвищенню ефективності на всіх рівнях національної економіки та визначається як ефективний інструмент економічного розвитку, що здійснює встановлення зв'язку між об'єктом брендування та споживачами, забезпечує досягнення цілей власника завдяки задоволенню очікувань споживачів через механізм стійкого асоціативного сприйняття сукупності його цінностей. Напрямки впливу бренду за окремими класифікаційними ознаками представлені у табл. 2:

Таблиця 2.

Бренд як інструмент управління розвитком національної економіки

	Класифікаційні ознаки	Напрямок дії бренду
1	За характером впливу та способом врахування інтересів	Економічний стимул для власників, співробітників
2	За ступенем новизни	Інноваційний, пошуковий
3	За врахування фактору часу	Оптимізаційний
4	За тривалістю дії	Тактичний (зарплата, прибутки, податки), стратегічний (капіталізація, ліквідність активів)
5	За напрямом дії	Стратегічний (структура, зростання ВВП)

Джерело: складено автором.

Бренд-орієнтовану національну економіку ми визначаємо як структуровану в галузевому та територіальному просторі економічну діяльність, що регулюється відповідною інституціональною системою, яка направлена на створення системи різнорівневого та секторального управління, стимулювання розвитку сукупності комерційних та некомерційних брендів. Під *комерційними брендами* маємо на увазі унікальну форму представлення товарів, послуг, подій, які виробляються, надаються, проводяться в країні з метою отримання прибутку, а також перелік компаній, що можуть стати об'єктом купівлі-продажу. *Некомерційні бренди* визначаємо як сукупність унікально представлених некомерційних організацій, особистостей, спільнот, окремих територій, країни (національного бренду).

Виходячи із Закону «Змісту та форми» ефективний розвиток бренд-орієнтованої національної економіки забезпечується відповідністю його *бек-середовища* (змісту) та *фронт-середовища* (форма), де перше – віддзеркалює внутрішній прояв бренд-орієнтованої національної економіки та бренду країни – рівень її економічної та політичної незалежності, дотримання соціально-екологічних стандартів навколишнього природного середовища, добробуту власного населення; друге – створює інтерфейс, через який транслюється імідж країни, забезпечується її просування на міжнародному просторі засобами бренд-комунікацій, що видно з рис. 2.

Ефективне бек-середовище спирається на платформу бренду, забезпечується інституціональною підтримкою зі сторони органів державної влади та місцевого самоврядування та оптимальною *архітектурою* –

упорядкованою галузевою структурою комерційних, некомерційних брендів та інших об'єктів господарювання, всі елементи якої підпорядковуються одній меті, мають взаємний вплив, суворий порядок підлеглості, що відповідає функції та характеру кожного бренду, та забезпечує її сталий розвиток.

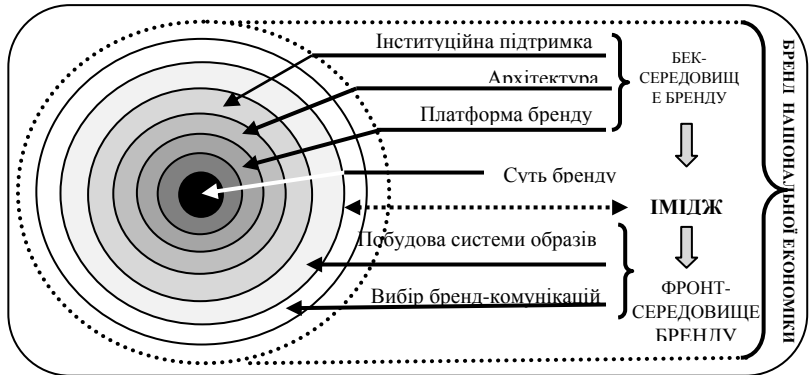


Рис.2. Місце іміджу у розвитку бренд-орієнтованої національної економіки

Джерело: складено автором.

Об'єднання зусиль уряду, органів державної влади та місцевого самоврядування, приватного бізнесу та широкої громадськості у реалізації стратегії бренд-орієнтованого розвитку національної економіки має принципове значення. Не менш важливим є призначення відповідальних та термінів виконання кожного етапу, оскільки відсутність персональної відповідальності за результати роботи та необмеженість часу негативно впливають на якість поставлених задач. Функції організації, контролю, оцінки розподіляються як в табл. 3:

Таблиця 3.

Формування та реалізація стратегії бренд-орієнтованого розвитку України

№	Зміст дії	Відповідний органи та організації
1	SWOT аналіз світового та вітчизняного ринку; можливостей України; встановлення перспективних галузей для країни, оптимальної архітектури національної економіки України;	Міністерство економічного розвитку та торгівлі, НДІ, громадськість
2	Визначення системи стратегічних цілей та термінів їх досягнення з обов'язковим встановленням відповідальності та відповідальних осіб	КМУ (по міністерствах)
3	Розробка стратегій регіонального розвитку, пріоритетних напрямлень, економічних, соціальних, фінансових стимулів.	Обласні державні адміністрації та виконавчі комітети місцевих рад

4	Формулювання суті бренд-орієнтованої національної економіки	НДІ, громадськість
5	Проведення закупівель на вибір підрядника	МЕРТУ
6	Створення системи візуально та вербальної ідентифікації, розробка бренд-іміджу та бренд-буку	НДІ, консалтингові компанії, громадськість
7	Проведення масштабного опитування власного населення та країн світу стосовно асоціативного сприйняття країни;	Міністерство закордонних справ, посольства, консульства, дипломатичні представництва
8	Проведення закупівель на вибір підрядника	МЕРТУ
9	Встановлення необхідних образів, що будуть складати позитивний імідж країни	НДІ, консалтингові компанії
10	Проведення закупівель на вибір підрядника	МЕРТУ
11	Визначення оптимального комплексу бренд-комунікацій для просування національної продукції, компаній, країни	НДІ, консалтингові компанії, громадськість
12	Розробка бухгалтерської та податкової документації	ДФС, приватні підприємці
13	Розробка відповідного законодавства	Міністерство юстиції, ВРУ
14	Розробка фінансових, кредитних, економічних інструментів	НДІ, міністерство фінансів, НБУ
15	Розробка системи критеріїв оцінки розвитку бренд-орієнтованої національної економіки	НДІ, МЕРТУ
16	Розробка методики складання рейтингу ВНЗ	НДІ, консалтингові компанії
17	Просування продукції, компаній, країни засобами бренд-комунікацій	Міністерство закордонних справ, посольства, консульства, дипломатичні представництва

Джерело: складено автором.

Висновки. Україна має визначитись з вибором моделі розвитку економіки, що зможе забезпечити її високі темпи, якісні зсуви у соціально-економічному житті населення. Бренд-орієнтований формат розвитку національної економіки може вирішити зміну структури національної економіки на користь галузей, яким притаманна властивість генерувати відносно більшу додаткову вартість. Перший крок – прийняття стратегії бренд-орієнтованого розвитку має зробити держава. Успіх реалізації стратегії – в об'єднанні зусиль держави, бізнесу, широкої громадськості.

Список літератури

1.Офіційний сайт компанії BrandFinance. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.brandfinance.com/

*А.А. Коцюба, А.З. Двейрин, канд. техн. наук, В.А. Костюк, Я.О. Головченко
(ГП «Антонов», Украина, г. Киев)*

Современные тенденции в проектировании композитных авиаконструкций на ГП «Антонов»

Выявлены основные тенденции развития в области самолетостроения. Выполнен анализ современного состояния вопроса проектирования конструкций авиационного назначения из полимерных композиционных материалов. Показаны приоритетные направления работ в области совершенствования конструкций самолетов ГП «Антонов».

Процесс проектирования и создания самолета представляет собой комплексную научно-техническую проблему, заключающуюся в решении ряда задач таких направлений, как аэродинамика, устойчивость и управляемость, прочность, конструкция, весовое совершенство, материалы, технология, системы и оборудование, эксплуатационная технологичность, безопасность и надежность. Таким образом, лишь после проведения разработки конструктивно-технологических решений (КТР) и исследований предложенных вариантов по данным направлениям как для самолета в целом, так и для его отдельных агрегатов, узлов и деталей возможно формирование рациональной конструкции проектируемого самолета требуемого класса.

Обеспечение пригодности изделий авиационной техники в эксплуатации является основным направлением деятельности как разработчиков воздушных судов в целом, так и поставщиков их составных частей. Эксплуатационно-технические характеристики (ЭТХ) изделия определяют его конкурентоспособность на мировом рынке. Для обеспечения высокого уровня ЭТХ авиационной техники предъявляются требования нормирования и контроля показателей ее безопасности, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности, которые обусловлены совершенством конструкции самолета, технологическим процессом ее изготовления, а также функционированием в ожидаемых условиях эксплуатации.

Нормативные значения показателей безопасности, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности авиаконструкции устанавливаются на основе результатов научно-исследовательских и опытных работ по прогнозированию и анализу тенденций развития авиационных технологий с целью повышения эффективности и конкурентоспособности воздушных судов. Разработчик авиационной техники обеспечивает, оценивает и корректирует данные показатели на всех этапах ее жизненного цикла – от разработки технического предложения и до эксплуатации серийных экземпляров.

Основной тенденцией совершенствования современных авиаконструкций является применение полимерных композиционных материалов (ПКМ), что обеспечивает не только существенное снижение их

массы, но и, как свидетельствует опыт ведущих мировых производителей авиационной техники, повышение ресурса, живучести конструкции, снижение затрат на производство и эксплуатацию [1, 2].

Ведущие зарубежные фирмы Boeing и Airbus уже добились значительного снижения массы конструкции своих самолетов за счет применения ПКМ. Следует выделить такие пассажирские самолеты этих двух корпораций, как B787 Dreamliner и A350 XWB, объем ПКМ в конструкции которых превышает по массе 50 %. (рис. 1). Одним из преимуществ композитов является возможность изготовления изделий сложной формы и конструкций, состоящих из меньшего числа входящих деталей по сравнению с подобными изделиями из традиционных металлических материалов, что уменьшает число стыков и количество используемых крепежных деталей и позволяет существенно снизить массу конструкции.

Несмотря на достигнутые успехи, Boeing и Airbus ведут активную работу по уменьшению себестоимости изготовления композитных изделий путем автоматизации производства и максимально возможного исключения доли ручного труда, снижению энергоемкости технологических процессов изготовления (ТП) за счет применения безавтоклавных методов формования и соответствующих материалов, что подтверждается тематикой докладов и демонстрируемыми натурными образцами, представленными на таких международных выставках и конференциях, как JEC World и SAMPE [3, 4].

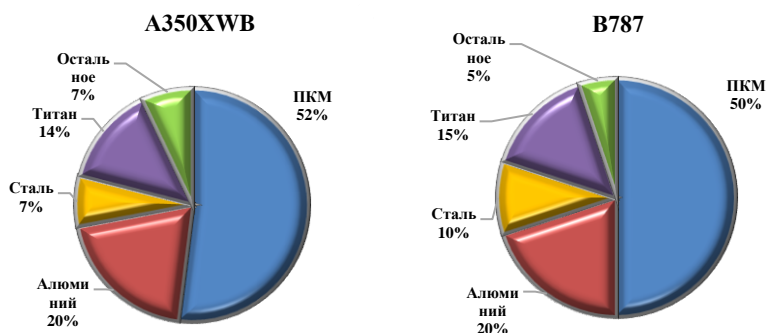


Рисунок 1 – Доля ПКМ в конструкции самолетов A350XWB и B787

Значительная доля ответственных и высоконагруженных агрегатов самолета уже изготовлена из полимерных композитов: отсеки герметичной зоны фюзеляжа, гермошпангоуты, крыло, оперение, центроплан, двери и люки, стойки шасси и т.п.

Таким образом, на сегодня накоплен значительный опыт в проектировании самолетов различных категорий, особое место среди которых занимают пассажирские самолеты, наиболее широко эксплуатируемые по всему миру. Поэтому самолеты транспортной категории представляют особый интерес для конструктора ввиду необходимости и возможности применения новых материалов и технологий, разработки принципиально новых КТР,

направленных на повышение транспортной и топливной эффективности новой конструкции, снижение трудоемкости и энергоемкости производства, и, как следствие, экономических затрат, что в целом будет способствовать повышению технико-экономического уровня вновь разрабатываемых и находящихся в эксплуатации самолетов.

На основании анализа литературных источников и Интернет-ресурсов можно сделать вывод, что, несмотря на достигнутые объемы применения ПКМ, все еще существуют резервы дальнейшего совершенствования авиаконструкций за счет их применения. Поскольку отсутствует информация о применении ПКМ для изготовления таких элементов грузового люка транспортного самолета, как рампы и трапов, то, по мнению авторов, это и является следующим шагом в проектировании ответственных и высоконагруженных композитных конструкций авиационного назначения и актуальным для ГП «Антонов» – всемирно известного разработчика самолетов транспортной категории.

С 1991 г. ГП «Антонов» были спроектированы и запущены в серийное производство такие пассажирские самолеты, как Ан-140, семейство Ан-148 и Ан-158, доля ПКМ в которых достигает 17 %. Из композитов изготовлены хвостовая часть фюзеляжа, оперение, мотогондолы, панели крыла, обтекатель радиолокационной станции, створки передней и основной опор, обтекатель шасси, зализы, балки и панели пола, элементы интерьера и пр. В мае 2015 г. совершил свой первый полет транспортный самолет Ан-178, грузоподъемностью 18 т. В его конструкции также были использованы композиты, на долю которых приходится около 42 % оmyваемой поверхности самолета. Таким образом, постепенно растет доля применения ПКМ в конструкции самолетов семейства Ан (рис. 2), специалистами предприятия ведутся работы по изготовлению композитных изделий все большей сложности.



Рисунок 2 – Применение ПКМ в конструкции самолетов семейства Ан

Для поддержания конкурентоспособного уровня своих изделий на рынке авиационных услуг ГП «Антонов» ведет активную работу по внедрению в процессы проектирования и изготовления передовых подходов и технологий, сотрудничает с институтами НАН Украины и мировыми производителями не только армирующих и связующих материалов, вспомогательных материалов и оборудования для изготовления, обработки и испытаний композитных изделий, а и с зарубежными научными организациями и фирмами, специализирующимися на разработке и производстве конструкций авиационного назначения.

Так, например, в рамках реализации программы импортозамещения материалов и покупных изделий, ранее применяемых в конструкции самолетов семейства Ан, на сегодня выполнен значительный объем работ по опробованию альтернативных зарубежных материалов. Положительные результаты проведенных комплексных испытаний позволили внедрить их в конструкцию ранее выпущенных и новых агрегатов, что привело не только к получению более технологичных конструкций меньшей массы с высокими прочностными и жесткостными характеристиками, но и в целом существенно повысило культуру проектирования и производства композитных изделий.

Применение современных материалов и технологий открыло перед конструктором новые возможности в области проектирования новых и усовершенствования спроектированных композитных изделий, находящихся в эксплуатации.

Получили дальнейшее развитие опытные конструкторско-технологические работы в области проектирования соединений для композитных изделий. Проведены исследовательские работы, в результате которых был усовершенствован метод соединения на основе трансверсальных крепежных микроэлементов, реализуемый в условиях серийного производства и направленный на повышение несущей способности пакета ПКМ на смятие. Для изготовления металлических накладок с крепежными микроэлементами типа «канцелярская кнопка» подобраны материалы и отработан технологический процесс изготовления методом холодной штамповки. Анализ результатов испытаний металлокомпозитных образцов со структурами пакета ПКМ $[0^\circ]$, $[0^\circ, (+45^\circ, -45^\circ)]$, $[+45^\circ, -45^\circ]$ показал, что их применение в местах установки крепежа повышает несущую способность пакета на смятие на 18–57 % в зависимости от схемы армирования, что подтверждает эффективность их применения и позволяет сформулировать основные направления дальнейших исследований предложенного КТР соединений композитных изделий [5].

Работы по защите конструкции самолета имеют важное значение, поскольку все большая доля оmyаемой поверхности каждого нового самолета Ан приходится на композитные конструкции, а отличительной особенностью всех самолетов ГП «Антонов» является возможность посадки на неподготовленные взлетно-посадочные полосы. Специалистами предприятия разработаны и экспериментально проверены на самолете Ан-158 методы защиты композитных конструкций самолета от повреждений в процессе эксплуатации, заключающиеся в нанесении самоклеящихся пленок фирмы 3М

марок 8641 и 8673 [6]. По результатам исследований обоснованы практические рекомендации по применению рассмотренных пленочных покрытий для разработчиков и эксплуатантов авиационной техники: выявлены наиболее повреждаемые агрегаты, для каждого из которых предложена соответствующая марка пленочного покрытия, которое может применяться как для обеспечения постоянной защиты, так и для оперативного ремонта поврежденного в эксплуатации агрегата. В целом, разработанные методы защиты применимы и к металлическим конструкциям, и к конструкциям, находящимся внутри самолета и подверженным механическим повреждениям.

Также рассматриваются альтернативные варианты защиты углепластиковых изделий.

Выводы

Таким образом, показаны основные тенденции и направления развития в области проектирования и производства композитных изделий, целью которых является совершенствование конструкции и повышение конкурентоспособности самолетов семейства Ан на мировом рынке авиационных услуг.

Список литературы

1. Коцюба, А.А. Анализ эффективности конструктивно-технологических решений агрегатов воздушных судов из полимерных композиционных материалов и реализующих их технологий [Текст] / А.А. Коцюба // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2016. – Вып. 2 (86). – С. 7–14.
2. Головченко, Я.О. Методы обеспечения эксплуатационной пригодности агрегатов самолетов из полимерных композитов: дисс. ... канд. техн. наук [Текст] / Головченко Яна Олеговна. – К., 2016. – 190 с.
3. Андреев, А.В. Современные конструктивно-технологические решения агрегатов авиаконструкций из полимерных композиционных материалов и их реализация на предприятии STELIA AEROSPACE [Текст] / А.В. Андреев, Я.О. Головченко, А.А. Коцюба // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Харьков, 2015. – Вып. 4 (84). – С. 95–104.
4. Innovations report 2017 [Text] // JEC Composites Magazine. – 2017. – № 111. – Р. 73–91.
5. Коцюба, А.А. Новые конструктивно-технологические решения соединений композитных изделий в практике ГП «Антонов» [Текст] / А.А. Коцюба, А.З. Двейрин, Я.О. Головченко // Технологические системы. – 2016. – № 1 (74). – 19–27.
6. Головченко, Я.О. Обеспечение защиты внешней поверхности самолета от повреждений при эксплуатации на грунтовых взлетно-посадочных полосах [Текст] / Я.О. Головченко // Технологические системы. – 2014. – № 4 (69). – С. 30–35.

*Л.М. Побоченко, к.е.н, доцент,
(Національний Авіаційний Університет, Україна, м. Київ)*

Сучасні тенденції розвитку ринку авіаційних послуг України

В статті досліджено сучасні тенденції розвитку ринку авіаційних послуг України в сучасних умовах господарювання, а також проаналізовано динаміку обсягів перевезень пасажирів авіаційним транспортом України та пасажиропотоки через аеропорти України в 2008-2015рр.

Важливим елементом інтеграції України в сучасну систему міжнародних економічних зв'язків стає цивільна авіація, яка має особливе значення для розв'язання соціально-економічних задач та підвищення якості життя населення країни. Авіаційний сектор належить до базових, стратегічно важливих галузей економіки України, але в умовах сьогодення наявний потенціал використовується недостатньо, а сама галузь перебуває під впливом зростаючих проявів структурної кризи.

За даними Державної авіаційної служби України в 2015 році пасажирські та вантажні перевезення виконували 33 вітчизняні авіакомпанії, з них 66,3 тис. комерційних рейсів. Порівняно з попереднім роком на 2,7% скоротилась кількість перевезених пасажирів до 6302,7 тис. чол., [4], (табл. 1):

Таблиця 1

Показники розвитку ринку авіаційних послуг України в 2014-2015рр.

	Одиниці виміру	Всього		Всього	
		2014	2015	2014	2015
Перевезено пасажирів	тис. чол.	6475	6303	5829	5678
в т.ч. на регулярних лініях	тис. чол.	4554	4630	3925	4018
Виконані пасажиро-кілометри	млрд. пас. км	11,6	11,4	11,3	11,1
в т.ч. на регулярних лініях	млрд. пас. км	7,6	8,1	7,3	7,8
Перевезено вантажів та пошти	тис. тонн	78,7	69,1	78,2	68,8
в т.ч. на регулярних лініях	тис. тонн	10,9	13,8	10,6	13,5
Виконані тонно-кілометри	млн. т км	239,3	211,0	238,9	210,8
в т.ч. на регулярн. рейсах	млн. т км	30,4	39,6	30,2	39,5
Виконано комерційних рейсів	тисяч	74,8	66,3	61,3	56,0
в т.ч. регулярних	тисяч	50,3	45,8	39,6	37,1

Продовженням негативних тенденцій 2014 року є спад попиту на авіаперевезення в Україні в 2015 році. Міжнародні перевезення становили 5678 тис. осіб, а внутрішні лише 625 тис. пасажирів (рис.1.):

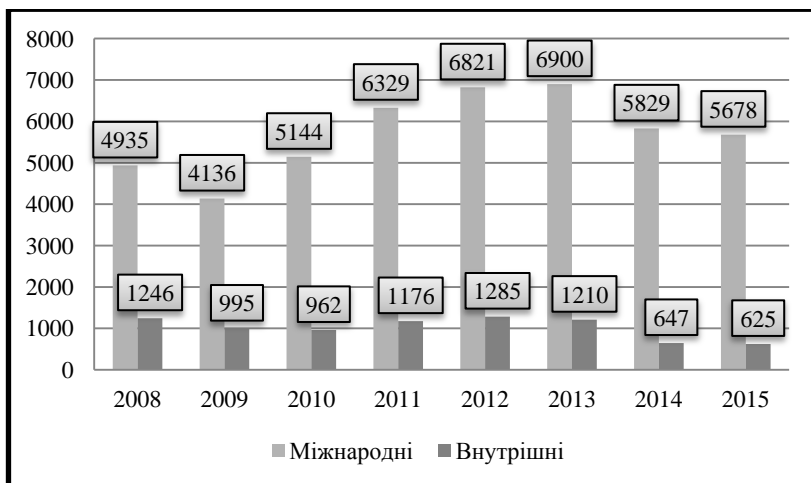


Рис. 1. Динаміка обсягів перевезень пасажирів авіаційним транспортом України в 2008-2015рр., (тис. чол.).

За останні роки мало місце значне скорочення основних показників роботи авіаційної галузі України. Нещодавні події катастрофа Боїнга 777 Малайзійських авіаліній, військово-політична ситуація в державі, анексія Криму Російською Федерацією сприяли загостренню негативних тенденцій. Не працюють аеропорти Донецька, Луганська, аеропорти Криму опинилися поза межами фактичного контролю з боку України, вітчизняні та іноземні авіакомпанії скорочують кількість рейсів на певних маршрутах або взагалі скасовують їх, істотно зменшується кількість рейсів у повітряному просторі України [1].

Пасажирські перевезення в 2015 році виконувала 21 вітчизняна авіакомпанія. Частка провідних авіаперевізників («МАУ», «Азур Ейр Україна» («Ютейр Україна»), «Роза вітрів» та «Дніпроавіа») 93% від загальних обсягів пасажирських перевезень України. Але зростання обсягів перевезень відбулося лише в «МАУ» (на 28,2%). Пасажирські перевезення «Азур Ейр Україна» скоротились порівняно з 2014 роком на 12,2%, «Дніпроавіа» - на 13,5%, «Роза вітрів» - на 54,9% [2]. Українськими авіакомпаніями перевезено 4018,3 тис. чол. (зростання на 2,4%), іноземними – 3769,3 тис. чол. (скорочення на 1,1%).

Аналізуючи індекс обсягів пасажирських перевезень авіаційним транспортом України в 2000-2015рр. потрібно відмітити, що в 2000-2008 рр. він становив більше 1, що говорить про ріст обсягів авіаперевезень. Спад в 2009 році відповідає загальносвітовим тенденціям, а саме світовій фінансовій кризі та відновленню в 2010-2013рр. Зменшення індексу в 2014-2015рр. пояснюється внутрішніми економічними та політичними проблемами України (див. Рис. 2.).

На міжнародних регулярних рейсах українських авіакомпаній в 2015 році середній процент зайнятості пасажирських крісел збільшився порівняно з 2014 на 6,4% та склав 79,4%, внутрішніх регулярних - на 6,1% (71%), [3].

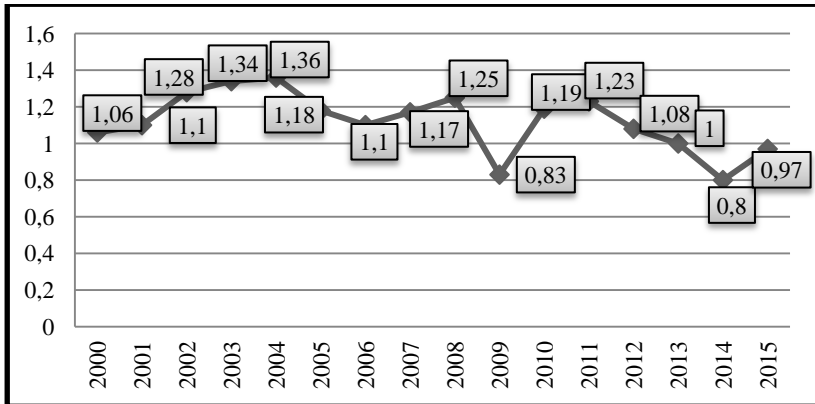


Рис. 2. Індекс зростання (зменшення) обсягів пасажирських перевезень авіаційним транспортом України в 2000-2015рр.

У 2015 році комерційні рейси вітчизняних та іноземних авіакомпаній обслуговували 20 українських аеропортів, пасажиропотоки через аеропорти України зменшилися на 1,8% та становили 10695,2 тис. чол., [4], (рис. 3.):

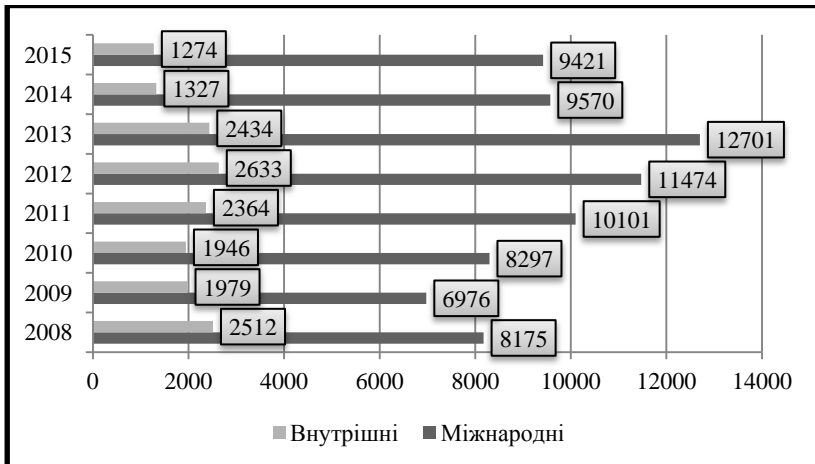


Рис. 3. Пасажиропотоки через аеропорти України в 2008-2015рр., (тис. чол.).

Відповідний розподіл авіаційних перевезень, які виконали українські авіакомпанії на міжнародних та внутрішніх рейсах говорить про те, що в Україні, як і в усьому світі, в структурі регулярних перевезень частка обсягу міжнародних значно вища за обсяг, який здійснено на місцевих авіалініях. По-перше, це пояснюється економічною ситуацією в країні, яка спонукає пасажирів під час переміщення всередині країни користуватись більш

дешевими видами транспорту. При цьому 68% всіх обслугованих пасажирів та 88% поштовантажопотоків припадає на аеропорт Бориспіль [1], (рис. 4.):

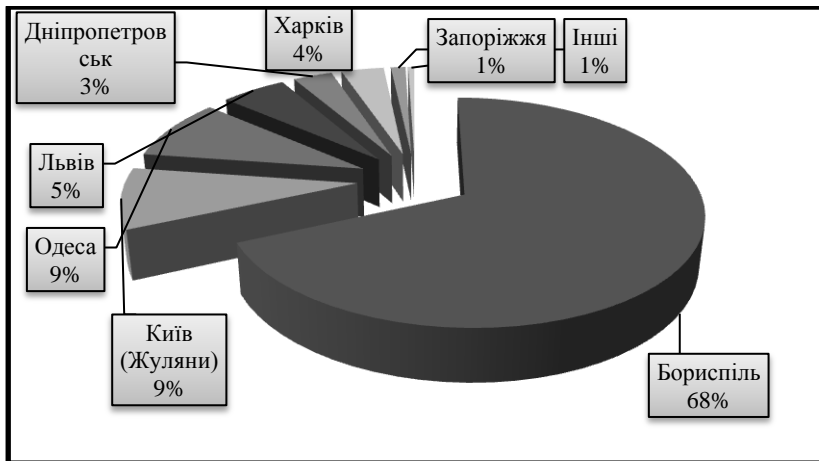


Рис. 4. Питома вага провідних аеропортів України в загальних обсягах пасажирських перевезень в 2015 році, (%).

Аеропорт «Бориспіль» має дві злітно-посадкові смуги та три пасажирських термінали. Технічні можливості аеродрому Борисполя залишаються унікальними для України, країн СНД та Східної Європи. Злітно-посадкова смуга дозволяє цілодобово приймати повітряні судна всіх типів й в умовах обмеженої видимості, а також виконуються трансконтинентальні рейси. У 2015 році головному аеропорту країни вдалося залучити нових іноземних авіаперевізників — Adria Airways, Air Malta, SCAT, Nouvel Air Tunisie, а також відкрито нові регулярні напрямки — до Пекіна (Китай), Кошице (Словаччина), Кутаїсі (Грузія), Мальти, Монастира (Туніс) тощо [5].

На фоні збитків у 138 млн. грн. у 2014 році в 2015 «Бориспіль» отримав майже 700 млн. грн. Прибутку та збільшив суму платежів до бюджету.

ДМА «Бориспіль» як аеропорт, що надає повний спектр послуг та забезпечує один з найвищих у Східній Європі рівень якості обслуговування (у 2015 році аеропорт увійшов до трійки кращих аеропортів Східної Європи), має достатньо високу собівартість та вартість послуг. Значна частина аеропортових зборів регулюється державними органами, що знижує гнучкість цінової політики та зменшує конкурентоспроможність аеропорту [5].

В аеропорту обслуговуються внутрішні та міжнародні, чартерні й регулярні перевізники. Авіакомпанії, що виконують польоти в «Бориспіль», представляють всі провідні світові Альянси авіакомпаній, які виконують рейси, що з'єднують їх базові аеропорти зі столицею України: Star Alliance: Lufthansa, Austrian, Turkish Airlines, LOT Polish Airlines; One World: British Airways, S7, Royal Jordanian; Sky Team: KLM/Air France, Аерофлот, CSA Czech Airlines [5].

Значне скорочення обсягів авіап перевезень на вітчизняному ринку виявилось очікуваним результатом тривалої нестабільності на сході України і складної економічної ситуації. Проте у аеропорта «Бориспіль» у 2015 році кількість обслужених пасажирів не тільки не зменшилася, але й вперше за останні три роки зросла. Пасажиропотік збільшився до 7,3 млн. осіб або на 5,6%. Також відмічено зростання пасажирських перевезень в аеропортах Одеса (на 9,8%), Запоріжжя (на 69,9%), Херсон (в 7,8 рази). Пасажиропотоки через аеропорт Дніпропетровськ скоротились на 22,5%, Харків - на 14,6%, Київ (Жуляни) – на 13,6%, Львів – на 2,5% [3].

Зараз більшість польотів зорієнтовано на ДМА «Бориспіль», який поступово перетворюється на аеропорт-хаб європейського типу.

Висновки

Таким чином, потенціал розвитку в Україні ринку авіаційних послуг є надзвичайно високим, що обумовлено її значною територією (найбільша за площею країна континентальної кількості великих міст та вигідним географічним розташуванням України на перехресті транзитних шляхів між Сходом та Заходом. В умовах політичної стабільності, економічного зростання та поступового підвищення платоспроможності населення, його потреб на авіап перевезення по бізнесу та для туризму збільшуватиметься можливість використання потенціалу нашої країни. Україна впевнено крокує шляхом лібералізації авіаційних перевезень, намагаючись розширити географію повітряних сполучень.

Для розвитку авіаційної галузі стратегічними завданнями державної політики повинні бути: ефективне використання транзитного потенціалу України через міжнародні аеропорти, і перш за все «Бориспіль» як сучасний вузловий аеропорт-хаб Центральної та Східної Європи та лобіювання інтересів вітчизняних авіакомпаній і підприємств авіаційного ринку в процесі міжнародних переговорів.

Список літератури

1. Стратегічний план розвитку Державного підприємства «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» на період 2015-2019. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://kbp.kiev.ua/docs/Strategy_ukr.pdf
2. Офіційний сайт авіакомпанії «Міжнародні авіалінії України» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.flyuia.com>.
3. Офіційний сайт Державного підприємства з обслуговування повітряного руху України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrsatse.org.ua>.
4. Офіційний сайт Державної авіаційної служби України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua>.
5. Офіційний сайт міжнародного аеропорту «Бориспіль» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://kbp.kiev.ua>.

**Міжнародне право розвитку і продукування неоколоніалізму:
корелятивний зв'язок**

*Досліджується роль міжнародного права розвитку у продукуванні такого
явища як неоколоніалізм.*

Спільні зусилля держав із забезпечення розвитку бідних країн як шляху до сталого міжнародного миру та безпеки, повинні спиратися на право. Останнє покликане виконувати важливі функції підтримання загальноприйнятого режиму функціонування світової економіки, захисту довготривалих спільних інтересів, протидії спробам окремих держав, груп держав отримувати переваги за рахунок інших. На шляху до вирішення цих та інших подібних задач поступово утворився комплекс міжнародно-правових норм і положень (міжнародне право розвитку), які в силу ознак системності (поки що формального характеру), цілком можуть претендувати на статус галузі міжнародного права.

Професор Мохаммед Беджау визначає міжнародне право розвитку як сучасне міжнародне право, що перебуває в процесі трансформації під впливом процесу деколонізації. Його основу складають терпимість до визвольних воєн, осуд колоніалізму і расизму, створення норм права на основі рівноправних відносин, зв'язок між деколонізацією і підтриманням миру і безпеки, право на розвиток і, нарешті, вимога про встановлення нового міжнародного економічного порядку [9, с. 62].

Норми й положення міжнародного права розвитку у їх сучасному змісті юридично легалізують і забезпечують функціонування міжнародних відносин нееквівалентного економічного та інформаційного обміну, які, на наш погляд, і утворюють суттєвий елемент відносин, які утворились на неоколоніалістському ґрунті міжнародних взаємодій у другій половині ХХ століття.

Професор В.Ф. Антипенко зауважує, що міжнародне право розвитку не лише досить ефективно забезпечує процес неоколоніалізму, воно є умовою його існування у цілому [2, с. 175, 185, 187].

Ця думка підтверджується аналізами доктринальних суперечок щодо ролі і місця міжнародного права розвитку здійсненого Н.О. Якубовською [6].

Посилаючись на думки визнаних юристів-міжнародників, вона звертає увагу на думку почесного професора публічного права і політології університету Париж VII ім.Дені Дідро – Монік Шамійє-Жандро. Професор зауважує, що потрібно взагалі відмовитися від концепції права розвитку, адже розвиток одних відбувається за рахунок інших (при чому наносить шкоду останнім). Гонитва за розвиток передбачає нав'язування «третьому світу» західної моделі розвитку. А розвиток у західному стилі побудовано на накопиченні капіталу. Держави повинні приймати участь в міжнародному

обміні товарами і послугами, аби створювати максимальний профіцит. Внутрішня логіка процесу накопичення у світовому масштабі породжує нерівність розвитку. Розвиток не може відбуватися одночасно у всіх місцях, адже це призводить до слаборозвиненості в іншому місці. У гонці за розвиток завжди буде переможець та переможений [6, с. 81].

З огляду на те, що в основі диспропорцій, що утворилася лежав і лежить банальний економічний грабіж, спритно закамouflований юридичною і політичною казуїстикою, що є зобов'язуючим компонентом міжнародного права розвитку, його юридичним супроводом повинна бути криміналізація відповідної поведінки суб'єктів колоніальних і постколоніальних правовідносин, увінчана криміналізацією їх відповідальності за міжнародним правом [2, с. 190].

Розуміння небезпеки для доль людства глобальної соціально-економічної поляризації втілювалося в 60-і роки ХХ століття в концепції нової міжнародної економічної політики, автором якої по праву вважається американський професор Вольфганг Фрідман. Концепція передбачала пріоритетний соціально-економічний розвиток слабких країн, що розвиваються [1, с. 62].

Право міжнародного економічного розвитку за концепцією В. Фрідмана, трактується як сукупність принципів, які визначають правові відносини держав, що розвиваються, з іноземними інвесторами, а також регулюють питання, які стосуються структури, політики і методів міжнародного фінансування економічного розвитку, здійснюваного відповідними міжнародними організаціями [12, с.1164, 1165].

У зв'язку з глибокою економічною відсталістю країн, утворених у процесі деколонізації, та їх фактичною нерівністю у міжнародних відносинах, міжнародне економічне право почало працювати у напрямку надання таким країнам односторонніх преференцій у торгівлі з розвинутими державами, запровадження інституту найбільшого сприяння та інституту міжнародної економічної безпеки [4, с. 34].

Прихильники концепції надання допомоги стверджують, що масштабна допомога є необхідною, щоб вирвати народи із пастки убогства, і що така допомога чинить яскраво виражений позитивний вплив на довгостроковий ріст; одночасно вони визнають, що допомога рідко використовується продуктивно, що прогрес залежить від політики та інститутів, а не від закордонної допомоги, і що з часом початкова віддача від допомоги швидко знижується. Вони також підкреслюють ризик неоколоніалізму, замаскованого під двосторонню допомогу [10, с. 89].

Лауреат Нобелівської премії з економіки Ангус Дітон стверджує, що зовнішня допомога підриває підвалини держави і таким чином робить країни, що розвиваються слабшими. Зокрема, іноземна допомога розбиває фінансні зв'язки між державою і платниками податків, уряд перестає бути зацікавленим у наданні адекватних суспільних благ своїм виборцям [8].

Іноземна допомога викликає у країн, що розвиваються «залежність» від зовнішніх надходжень і часто починає приносити більше шкоди, ніж користі.

Допомога надається з метою розвитку (скорочення бідності, поліпшення суспільного добробуту, на соціальні програми і т.д.). Постійне фінансування подібних програм призводить до втрати необхідності шукати шляхи розвитку цих галузей у самих держав, що не вирішує проблему. Найчастіше держави мають намір направляти фінанси не на вирішення проблем, а лише на ліквідацію, тому що при іншому результаті можна втратити фінансування [3].

Однак не отримавши практичного втілення, ідея нової міжнародної економічної політики розчинилася в витончених механізмах неоколоніального грабежу [1, с. 62]. І як влучно стверджує Дж.Стигліц, сьогодні вже стало очевидним лицемірство розвинутих країн, які під приводом допомоги змушують країни, що розвиваються, відкривати ринки для своїх товарів, при цьому залишаючи власні ринки закритими [5, с. 10-13].

Якщо глобалізаційні процеси прогресують у розвинених країнах, то у країнах третього світу переважають домінувати протилежні тенденції. Як вказують представники білоруської школи міжнародного права у своїй колективній монографії «Участь Республіки Білорусь в кодифікації та прогресивному розвитку міжнародного права», дедалі більше «посилюється розрив між багатими та бідними державами, посилюється диференціація життєвого рівня, що породжує неприйняття глобалізації» [4, с.37].

Професор В.Ф.Антипенко справедливо зазначає, що феномен фінансової цивілізації з його віртуалізацією міжнародної економіки сприяє зростанню добробуту провідної групи держав і формуванню на їх основі планетарного правлячого класу [1, ст.65]. М.Хардт та А. Негрі у своїй праці «Імперія» говорять: «Завдяки нинішнім змінам, що відбуваються в наднаціональному законодавстві, процес формування та затвердження імперії прямо або побічно впливає на внутрішнє законодавство національних держав, перебудовуючи його, і, таким чином, так зване «наднаціональне право» в дуже значній мірі визначає право внутрішнє» [13, с.31].

Доцільно погодитися з думкою В.Ф. Антипенка про те, що задумане як система норм, покликаних забезпечити історичну компенсацію в розвитку постколоніальним народам шляхом усунення дискримінацій і надання різного роду преференцій, міжнародне право розвитку в цьому задумі приречене на безтілесність і безперспективність. Адже сама ідея компенсаторності неповноцінна в силу неможливості критерію сумісності рівнів розвитку різних цивілізаційних культур [2, с. 185].

Висновок про безтілесність міжнародного права розвитку ґрунтується, перш за все, на тій простій обставині, що практично вступивши в дію з 60-х років ХХ століття, його норми і положення не просто не дали позитивних зрушень в усуненні соціально-економічного розриву двох світів. Навпаки, його можна назвати контрпродуктивним, оскільки розрив цей збільшується. Більш того, з'явилася група народів, яких охоплює соціальний відчай, викликаний крахом надій зайняти навіть найнижчу сходинку в нинішній цивілізаційній системі (загроза відходу в небуття) [2, с. 187].

Міжнародне право розвитку, по суті, не ліквідує причини відсталого розвитку – експлуатацію між розвиненими країнами та країнами, що розвиваються, так як тільки реагує на цю відсталість.

Професор африканського права Університету Лондона Антоні Аллот зауважує, що важко собі уявити, як країна, що розвивається (або група країн, що розвиваються) може зажадати і отримати компенсацію (і якщо так, то в якому розмірі) за невиконання іншими країнами зобов'язань, передбачених міжнародним правом розвитку [7, с. 82].

Є підстави вважати, що нескінченна гонитва за підвищенням норми прибутку в умовах глобалізованого ринку, поглинання його конструктивної функції молохом фінансової цивілізації, породили легальні і напівлегальні фінансово-економічні механізми витонченого і, такого що не одержує криміналізації, грабежу регіонів «третього світу» розвиненими державами. Віртуалізація світової економіки і її впадання в системну кризу все більше знімає завісу респектабельності з цих витончених механізмів грабежу, але найголовніше, вказує на їх міжнародну криміногенність [1, с. 169].

В.Ф. Антипенко справедливо зазначає: «Немає сумнівів, що ідеологія споживання, яка лежить в основі сучасної західної культури найменше підходить для такого розуміння міжнародного права розвитку. Приреченість самої ідеї вестернізації незахідного світу тягне приреченість її правового забезпечення. У міжнародного права розвитку в цій ситуації, якщо воно «бажає» зберегтися як право, залишається єдиний вихід: відображати реалії міжнародного життя, взаємовигідно регулюючи їх на користь всіх учасників. З огляду на, що в основі диспропорції, яка утворилася лежав і лежить банальний економічний грабіж, спритно закамфльований під юридичною і політичною казуїстикою, зобов'язуючим компонентом міжнародного права розвитку, його юридичним супроводом повинна бути криміналізація відповідної поведінки суб'єктів колоніальних і постколоніальних правовідносин, увінчана криміналізацією їх відповідальності за міжнародним правом» [2, с. 190].

Висновки

Перед сучасним міжнародним правом постає надважлива проблема криміналізації діянь, які вчиняються суб'єктами міжнародних правовідносин, що утворюють неокolonіалізм, як свого часу був криміналізований колоніалізм в усьому комплексі складових елементів цього міжнародного злочину.

Список літератури

1. Антипенко В.Ф. Конфликтология в международном антитеррористическом правотворчестве : монография / В.Ф. Антипенко, А.В. Антипенко. – Одесса : Фенікс, 2014. – 404 с.
2. Антипенко В.Ф. Теория уголовной ответственности государства / В.Ф. Антипенко. – Одесса: Феникс, 2016. – 328 с.
3. Бенедикт Клементс, Санджив Гупта, Александр Пивоварский и Эрвин Р. Тионгсон «Финансы и развитие». Внешняя помощь: гранты или кредиты, 2004 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/rus/2004/09/pdf/clements.pdf>
4. Громівчук Іванна Михайлівна. Міжнародно-правовий захист прав

людини в умовах боротьби з тероризмом.- Дисертація канд. юрид. наук: 12.00.11, Київ. Нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ, 2014.- 252 с.

5. Стиглиц Дж. Ю. Глобализация: тревожные тенденции. Пер. с англ. Г.Г. Пирогова. - М.: Национальный общественно-научный фонд, 2003. – 304 с.

6. Якубовская Н.А. Международное право развития: идеи, нормы, реализация: монография / Н.А. Якубовская. – К.: Юринком Интер, 2015. – 224с.

7. Allot A. The law of Development and the Development of Law / A. Allot // International law of Development: comparative perspectives / Snyder Fand, Slinn P. (eds). – Abindon: Professional Books, 1987. – P. 82

8. Angus Deaton. Weak States, Poor Countries. – Project Syndicate. The world's opinion page [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.project-syndicate.org/commentary/economic-development-requires-effective-governments-by-angus-deaton>

9. Bedjaoni M. Towards a new international economic order/ Mohammed Bedjaoni. – New York: Holmes Meir, 1979. – 287 p.

10. Easterly W. White Man's Burden: Why the West's Efforts to Aid the Rest Have Done so Much Ill and So Little Good. – New York: The Penguin Press, 2006. – 448 p.

11. Ending Africa's Poverty / Sachs J. D., McArthur J.W., Schmidt-Traub G., Kruk M., Bahadur C., Faye M. and McCord G. // Trap Brookings Papers on Economic Activity. – 2004. – No.1. – 240 p.

12. Friedmann W. The Changing Dimensions of International Law / W. Friedmann // Columbia Law Review. – 1962. – Vol. 62 (7). – pp. 1147-1165.

13. Khardt M., Negri A. Imperiya. М.: Praksis, 2004. – 440 p.

*К.А. Важна, к.ю.н.
(Київський національний університет культури і мистецтв, Україна,
Національний авіаційний університет, Україна)*

Підходи до розуміння сутності тероризму та визначення поняття тероризму у доктрині міжнародного права

Аналізуються доктринальні підходи до визначення поняття тероризму, а також доктринальні підходи до визначення сутності та ознак (характеристик) тероризму. Розкриваються позиції вчених щодо необхідності проведення відмінності між поняттями «тероризм» та «терористичний акт». Обґрунтовується доцільність визнання тероризму міжнародним злочином.

Тероризм є багатоаспектним явищем, яке має складне історичне та соціально-політичне походження, охоплює різноманітні рівні і типи насилля. На сьогодні напрацьований великий об'єм міжнародно-правових актів щодо протидії тероризму. Проте, ескалація тероризму в сучасних умовах вказує на недостатню ефективність існуючих міжнародно-правових механізмів боротьби з тероризмом та на необхідність удосконалення таких механізмів або створення нових.

Однією з причин недостатньої ефективності протидії тероризму є відсутність у міжнародному праві (далі – МП) загальноприйнятого визначення тероризму [3, с. 148-150].

Перші спроби визначення тероризму на міжнародно-правовому рівні були прийняті ще в 30-х роках ХХ століття в рамках Ліги Націй. У 1937 році була відкрита для підписання Конвенція про попередження і припинення тероризму, під яким розумілися «злочинні дії, направлені проти держави, ціль або характер яких полягають у тому, щоб викликати жах у певних осіб або серед населення». Проте, дана конвенція не вступила в силу. У 1997 році Комісією міжнародного права було підготовлено новий Проект Кодексу злочинів проти миру і безпеки людства, у котрому до злочинів проти миру та безпеки людства був віднесений також міжнародний тероризм. Проте, даний документ не набрав чинності. З того часу на міжнародно-правовому рівні так і не було прийнято визначення тероризму [4, с. 108].

Український вчений професор В.Ф. Антипенко зазначає, що не зважаючи на відмінності у підходах спеціалістів до визначення тероризму, слід орієнтуватися на такі визнані більшістю юристів сутнісні характеристики терористичних методів дій: насильницька основа дій, політична мотивація і цільовизначення, використання залякування як інструменту досягнення цілі, умисел на спричинення невинних жертв і адекватних руйнувань [1, с. 590].

М.Л. Ентін, проаналізувавши визначення та правові оцінки тероризму, надані такими відомими фахівцями як Л.А. Моджорян, П. Уілкінсон, В. Во, Н.Б. Крилов, Ю.А. Решетов, і знайшовши їх схожими, підсумовує, що акти тероризму переслідують політичні цілі, розраховані на залякування населення або частини населення; метою актів тероризму є примусити ті чи інші групи

осіб, які мають владу, протистоять владі чи її домагаються, і які не є жертвами нападу й не пов'язані з предметом посягання, піти на важливі політичні поступки [3, с. 150].

Питання визначення і сутності тероризму досліджував у своїй праці «Політичний тероризм» Алекс Шмідт. Автор зібрав 109 визначень тероризму і провів їх глибокий аналіз з метою виділення найважливіших елементів. А. Шмідт прийшов до наступних висновків: використання насилля зустрічається у 83,5 % визначень; політичне цілевизначення – у 95 %; залякування – 51 %; погроза і використання психологічного тиску – 47 %; наявність невинних жертв – 37,5 % [2, с. 250-251].

Із відсутністю у міжнародному праві загальноприйнятого визначення тероризму пов'язана проблема неоднорідності підходів до його (тероризму) сутності у міжнародно-правовій доктрині: деякі вчені визначають, що тероризм є міжнародним злочином або що тероризм є міжнародним злочином за звичаєвим міжнародним правом; інші відносять тероризм до злочинів міжнародного характеру (або транснаціональних злочинів) або згідно своїх переконань, або у зв'язку з тим, що вказане питання є спірним і у міжнародному праві немає положення, яке б визначало тероризм як міжнародний злочин; деякі автори вважають тероризм злочином за внутрішньодержавним правом або поділяють тероризм на міжнародний та внутрішньодержавний; більшість дослідників просто уникають відповіді на питання віднесення тероризму до якоїсь із категорій (міжнародних злочинів або злочинів міжнародного характеру) [3, с. 150-151].

Веспасіан Пелла у своєму меморандумі, що містив перелік міжнародних злочинів, пропонував віднести «акти тероризму, що впливають на міжнародні відносини» до категорії міжнародних злочинів [3, с. 237].

І.І. Карпец ще у 1979 році вказував у своїй праці: «сьогоднішній період із всією очевидністю показує небезпеку тероризму не просто як злочину міжнародного характеру, але і як міжнародного злочину...» [6, с. 68].

У доктрині інколи поняття «тероризм» та «терористичний акт» розглядаються як ідентичні (що в деякій мірі може бути зумовлено асоціюванням тероризму у діючих міжнародно-правових документах з «терористичними актами» та встановлення відповідальності лише індивідів, які є безпосередніми виконавцями терористичних актів). Такий підхід до визначення тероризму значно звужує сферу охоплення міжнародним правом вказаного злочину та зменшує ефективність МП у даному питанні. Дія міжнародно-правових механізмів із протидії тероризму, яка, таким чином, спрямована в основному на боротьбу з одним із засобів боротьби у тероризмі – терористичними актами, залишає за межами міжнародно-правового регулювання більшу частину протиправних та деліктостворюючих діянь у складному явищі тероризму [3, с. 151-152].

Багато вчених акцентують увагу на відмінностях та різниці між поняттями тероризм і терористичний акт. Як зазначає І.М. Рижов, терористичний акт – «це лише спосіб досягнення мети. Мета тероризму полягає не в здійсненні вибуху чи підпалу. Мета тероризму – вирішення соціального конфлікту». Тому, поряд із прямою протидією актам тероризму,

потрібно конструювати норми міжнародного антитерористичного права таким чином, щоб своїм впливом вони у повній мірі охоплювали причини й умови, які сприяють чи спричиняють виникнення тероризму [8, с. 193, 622]. З позицією про те, що терористичні акти не є самоціллю, а виступають засобом залякування та примушення влади задовольнити певні вимоги, погоджується велика кількість авторів [5, с. 40, 146].

За визначенням В.Ф. Антипенка, тероризм – це насильницьке протиборство, яке базується на конфлікті, і поряд з нанесенням збитків державі загрожує міжнародній безпеці та світопорядку і зумовлюється відмінністю політичних, економічних, етнотериторіальних і культурних інтересів груп держав, держав, народів, націй, соціальних груп і рухів, за умови використання хоча б однією із сторін терористичних актів як способу впливу на противника для досягнення політичних цілей. Терористичний акт, за визначенням вченого, – це злочинне загальнонебезпечне діяння в тероризмі зі створення умов впливу на міжнародну організацію, державу та їх представників, або на юридичних і фізичних осіб, або групу осіб з метою примушення здійснити або утриматися від здійснення певної дії, вчинене шляхом залякування при наявності наміру на заподіяння загибелі невинних людей [2, с. 274].

На думку В.Ф. Антипенка, загальним об'єктом міжнародного тероризму є міжнародні відносини і міжнародний правопорядок, а безпосереднім об'єктом є політичний режим, державний устрій, територіальна цілісність конкретних держав. Націленість тероризму на об'єкт державу утворює небезпеку для об'єкту, яким є світовий правопорядок у цілому [2, с. 279, 283-284]. Предметом посягання у тероризмі, на думку В.Ф. Антипенка, в основному є невинні люди і об'єкти матеріальної сфери. Випадкові жертви або руйнування матеріальних об'єктів, що завдають важкої шкоди невинним людям, властиві багатьом насильницьким злочинам, але саме в тероризмі вони фігурують у якості передбаченого, спланованого та обов'язкового елементу об'єкту злочину. Діяння, не пов'язані з наміром заподіяння загибелі невинних людей, утворюють інші, ніж тероризм, склади злочинів [2, с. 285, 287]. Деякі вчені, зокрема, В.П. Емельянов, А.В. Щеглов, розглядають невинних людей та об'єкти матеріальної сфери як безпосередній об'єкт тероризму, а державний устрій як загальний об'єкт посягання [5, с. 192, 194-195].

На думку багатьох фахівців з міжнародного права, тероризм є одним з найяскравіших прикладів того, що не лише індивіди, а й держави повинні нести відповідальність (з ознаками кримінальної) за міжнародні злочини [2, с. 274]. Вчена Кімберлі Н. Трапп висловлює думку про доцільність встановлення подвійної міжнародної відповідальності індивідів та держав за тероризм. При цьому вчена вказує, що індивіди повинні нести міжнародну кримінальну відповідальність, а держави – міжнародну відповідальність (у випадках, якщо держави беруть активну участь в актах тероризму, не перешкоджають тероризму або не видають осіб, винних у тероризмі). Вчена також вважає, що порушення державами зобов'язань щодо тероризму може дати поштовх до виконання Радою Безпеки ООН своїх функцій згідно Глави VII Статуту ООН [9, с. 10-12].

«Основна маса» сучасного тероризму здійснюється під прикриттям боротьби за політичну й економічну незалежність, самовизначення. Говорити про те, що терористичні групи в таких випадках діють від імені держави (у всякому разі, в прямій відкритій постановці питання) не завжди можна. При всій очевидності наявності державної підтримки тероризму кваліфікувати державу як суб'єкта тероризму в сучасному міжнародному кримінальному праві дуже важко [3, с. 156].

Як вказується у підручнику з міжнародного права під редакцією Ю.М. Колосова та Є.С. Кривчикової, показовою є назва пункту порядку денного Генеральної Асамблеї ООН, який розглядався протягом багатьох років: «Заходи щодо запобігання міжнародному тероризму, який загрожує життю невинних людей чи призводить до їх загибелі, або ставить під загрозу основні свободи, і вивчення корінних причин тих форм тероризму та актів насильства, які виникають з убогості, безвиході, бід та відчаю і спонукають деяких осіб жертвувати людськими життями, включаючи й свої власні, у прагненні домогтися радикальних змін». До таких причин Спеціальним комітетом з міжнародного тероризму віднесені, зокрема, таке що суперечить Статуту ООН застосування сили, агресія, порушення політичної незалежності, суверенітету і територіальної цілісності держав, расизм, політика геноциду, фашизм та неофашизм, політична, соціальна і економічна несправедливість, порушення прав людини, бідність, голод, злидні, страждання та ін. Генеральна Асамблея ООН неодноразово (в резолюціях 42/159 від 1 грудня 1987 р., 44/29 від 4 грудня 1989 р., 46/51 від 9 грудня 1991 р.) зверталася із закликом до держав та органів ООН сприяти поступовій ліквідації корінних причин міжнародного тероризму, приділяючи «особливу увагу всім ситуаціям, включаючи колоніалізм, расизм та ситуації, пов'язані із масовими і грубими порушеннями прав людини та основних свобод, а також ситуації, що склалися у результаті іноземного панування і окупації, які можуть викликати міжнародний тероризм й поставити під загрозу міжнародний мир та безпеку» [7, с. 496]. Президент Санкт-Петербурзького кримінологічного клубу, професор Д.А. Шестаков зазначає, що «дії терористів можуть виражати відчай від неможливості відстояти свої інтереси іншим шляхом, прагнення звернути увагу суспільства на проблему і т.д.» [3, с. 157-158].

Деякі вчені навіть характеризують тероризм як «війну XX століття». Єгепетський політолог М. Сід-Ахмед зазначає: «Технологічний розвиток, який досяг непередбачуваних рівнів, призвів до того, що війна у класичному значенні слова стала неможливою, якщо не абсурдною. Оскільки абсурдність війни не означає закінчення конфлікту, боротьба тепер загрожує прийняти інші форми із специфічної точки зору, тероризм може розглядатися як продовження війни, а не лише політики іншими засобами» [3, с. 157].

У тероризмі зв'язок держави та індивідів, як можливих суб'єктів злочину, виглядає неоднозначно. Переважна більшість терористичних груп і рухів не є представниками офіційних структур або органів держави. У той самий час ескалація терористичної боротьби все більше виявляє присутність інтересів держав і активізацію ними спонсорування тих чи інших терористичних угруповань [2, с. 291-292; 9, с. 1; 7, с. 495].

До тероризму із застосуванням терористичної тактики боротьби (терористичних актів) може вдаватися й сильна економічно і військово розвинута держава. Така держава не бажає вступати у відкриту війну, адже в такому випадку вона буде визнана агресором і, можливо, їй доведеться понести відповідальність за міжнародним правом. Тому сьогодні навіть для економічно і військово розвинутих держав замість агресії (відкритої війни) може бути набагато вигіднішим вдаватися до тероризму шляхом створення терористичної організації, яка в реальності хоча і діє під контролем (і внаслідок фінансування) уряду вказаної держави, проте, офіційно не визнає зв'язку з нею. В даному випадку зв'язок держави-організатора тероризму і безпосередніх виконавців терористичних актів може бути важко, проте, можливо встановити і довести (зокрема, шляхом встановлення джерела фінансування чи постачання зброї і військової техніки). Навіть за відсутності спеціального міжнародно-правового конвенційного регулювання такого виду тероризму, описана схема використання тероризму державою може кваліфікуватися як агресія із використанням терористичних актів як методів боротьби (як заборонених методів ведення військових дій). Таким чином, описана схема застосування державою тероризму підпадатиме під сферу регулювання міжнародного права збройних конфліктів, норм міжнародного права спрямованих на боротьбу з агресією та ін.

Висновки

Резюмуючи вищевикладене, підкреслимо, що тероризм становить серйозну загрозу міжнародному миру й безпеці. На сьогодні напрацьований великий об'єм міжнародно-правових актів щодо протидії вказаному злочину, проте, ефективність міжнародно-правової протидії тероризму залишається вкрай низькою. Причинами недостатньої ефективності міжнародного права у протидії вказаному злочину, зокрема, є відсутність загальноприйнятого визначення тероризму у міжнародному праві та відсутність міжнародно-правової норми, яка б кваліфікувала тероризм як міжнародний злочин.

Міжнародний тероризм у багатьох випадках виступає явним і грубим порушенням Статуту ООН, про що свідчать характер, тяжкість і масштаб даного правопорушення. Тому, на нашу думку, доцільними видаються позиції вчених про віднесення тероризму до категорії міжнародних злочинів.

Список літератури

1. Антипенко В. Ф. Міжнародно-правова оцінка тероризму / В. Ф. Антипенко // Міжнародне право : [підруч.] / [Ліпкан В. А., Антипенко В. Ф., Акулов С. О. та ін.]; за заг. ред. В. А. Ліпкана. – К. : КНТ, 2009. – С. 590-620.
2. Антипенко В. Ф. Теории мирового развития и антитеррористическое право. Логика сопрягаемости / В. Ф. Антипенко. – К., 2007. – 400 с
3. Важна К. А. Концепція кримінальної відповідальності держави : дис. ...кандидата юрид. наук: 12.00.11 / Важна Катерина Анатоліївна. – К., 2013. – 243 с.

4. Громівчук І. М. Міжнародно-правове визначення тероризму як основа для ефективної боротьби з ним / Іванна Михайлівна Громівчук // Науковий вісник Інституту міжнародних відносин НАУ. Серія: економіка, право, політологія, туризм. – Київ : НАУ, 2011. – Т.2. -№ 4. – С. 108-112.

5. Емельянов В. П. Терроризм и преступления с признаками терроризирования: уголовно-правовое исследование / В. П. Емельянов. – СПб. : Издательство «Юридический центр Пресс», 2002. – 291 с.

6. Емельянов В. П. Терроризм и преступления террористической направленности / В. П. Емельянов. – Харьков: «Рубикон», 1997. – 176 с.

7. Международное право : [учебник] / [Абашидзе А. Х., Анисимов Л. Н., Бобылев Г. В. и др.] ; отв. ред. Ю. М. Колосов, Э. С. Кривчикова. – М. : Международные отношения, 2005. – 816 с.

8. Рижов І. М. Основи теророгенності соціальних процесів і систем у сфері міжнародних відносин / І. М. Рижов // Міжнародне право: [підруч.] / [Ліпкан В. А., Антипенко В. Ф., Акулов С. О. та ін.] ; за заг. ред. В. А. Ліпкана. – К. : КНТ, 2009. – С. 621-669.

9. Trapp K. N. State responsibility for international terrorism / Kimberley N. Trapp. – New York: Oxford University Press, 2011. – 320 p.

Діалектика співвідношення політики держав і міжнародного права

У статті досліджено проблеми співвідношення політики держав і міжнародного права. Розкрито вплив політичних інтересів держав на формування норм міжнародного права, за допомогою якого держави закріплюють результати політичних домовленостей. Здійснено аналіз взаємодії міжнародного права і політики в міжнародних відносинах.

Сучасні тенденції світового розвитку, реструктуризація геополітичного простору, глобальний масштаб більшості проблем вимагають концептуального переосмислення сформованих уявлень про співвідношення і взаємозв'язок політики держав і міжнародного права в контексті сучасних викликів.

У цілісному і взаємозалежному світі політика держав і міжнародне право завжди взаємодіють і взаємовпливають один на одного. Тобто проблема взаємодії політики держав та міжнародного права пов'язана з впливом політики на міжнародне право та впливом міжнародного права на політику держав та їх зовнішньополітичну діяльність.

Політика як сфера владних відносин визначає вектори діяльності держави, а також остаточний напрям розвитку її права. Французький правознавець Е. Жиро стверджує, що «початковий зв'язок, що об'єднує право і політику – це зв'язок, що об'єднує творіння з його творцем, з тим, що це творіння породило. Право є дитя політики» [3].

Міжнародне право і зовнішньої політики держав зокрема. Саме в процесі зовнішньополітичної діяльності держав створюються і реалізуються норми міжнародного права, які є необхідним правовим компонентом міждержавної системи.

Безсумнівно, міжнародне право функціонує як регулюючий механізм в світовій політиці. Так само не підлягає сумніву і те, що ефективність цього механізму невисока, незважаючи на те, що сучасні тенденції в міжнародному праві демонструють тісний зв'язок зі світовою політикою.

Міжнародне право відіграє стабілізуючу роль у міжнародних відносинах і тісно взаємодіє з внутрішньодержавним правом, розвиваючи і конкретизуючи його. На формування і розвиток системи міжнародного права істотно впливають такі чинники як: історико-правові особливості формування даної системи; доктринальні розробки вчених; нові міжнародні відносини, що потребують врегулювання міжнародно-правовими нормами.

Основне призначення міжнародного права полягає у підтримці міжнародного правопорядку, безпеки в світі, регулюванні міжнародних економічних відносин. У сучасному взаємозалежному світі кожна держава є складовою міждержавної системи. Держава є первинним і головним суб'єктом міжнародного права. Вона володіє найбільшим обсягом міжнародних прав і

обов'язків, визнаних міжнародним правом.

На практиці не всі держави дотримуються основних принципів і норм міжнародного права, виправдовуючи свої дії з посиланням на «національний інтерес», вважаючи, що міжнародне право будучи інструментом і регулятором міжнародних відносин відіграє другорядну роль у зовнішній політиці. Звідси виникає проблема співвідношення політики та міжнародного права, що представляє не тільки науковий інтерес, а й практичний.

Підхід до балансування зовнішньополітичних інтересів різних держав за допомогою міжнародного права призвів до того, що багато підходів до міжнародного права, його принципів і норм, як регулятора міжнародних відносин необхідно переглядати. На відміну від внутрішньодержавного права, у міжнародному праві немає наддержавного органа, який примушував би держави виконувати, взяті на себе міжнародні зобов'язання, дотримуючись загальновизнаних принципів і норм міжнародного права.

В історії не раз траплялося, що політика конкретної держави вступала в протиріччя з міжнародним правом. З огляду на це висловлюється думка про те, що проголошене у багатьох документах верховенство міжнародного права в міжнародних відносинах – це ілюзія. Адже в міжнародних відносинах політика, в тому числі заснована на силі, домінує над правом. Але ця думка не відповідає дійсності. Вислів «коли говорять гармати, закони мовчать» не варто сьогодні сприймати буквально – і на війні діють закони і звичаї війни [1, с. 45].

Як свідчить історія, окремі факти неправового, тим більше силового варіанта вирішення питань в міжнародній сфері не можуть сприяти утворенню загальноприйнятих норм. Рішення, які не забезпечені нормативно-правовою основою ведуть до нестабільності і кризових явищ. Гуго Гроцій ще в XVII ст. писав, що «народ, який порушує право природне і право народів, назавжди підриває основу свого власного спокою в майбутньому» [1, с. 49]. Навіть в тому випадку, коли ігнорування міжнародного права не спричинило притягнення до відповідальності конкретного правителя держави, наслідки міжнародно-правового порушення негативно відображаються на державі-порушнику.

Примат міжнародного права в політиці передбачає в першу чергу панування в міжнародних відносинах права над силою. Силова політика повинна бути замінена політикою відповідної принципам і нормам міжнародного права.

У сучасній системі міжнародних відносин державам «вигідніше» дотримуватися міжнародного права, спиратися на міжнародне право для реалізації своєї політики.

Функціонування міжнародного права не може мати неполітичний характер, оскільки реалізується під час взаємодії держав та стосується їх істотних інтересів. Будь-які відносини, що регулюються міжнародним правом, є відносинами політичними, в силу міжкласового характеру відносин між державами, а політичне регулювання є основою міжнародного регулювання, оскільки міжнародні домовленості, в тій чи іншій мірі, мають політичне походження [2, с. 139].

Міжнародне право, будучи тісно пов'язаним з політикою, не є

частиною політики. Їх слід розглядати як дві відносно автономні, але відкриті для взаємодії системи регулювання суспільних відносин.

Вплив політики держав на міжнародне право прослідковується у процесі міжнародної правотворчості, в результаті якої держави при укладенні міжнародних договорів та формуванні звичаєвої практики, узгоджують свої інтереси, позиції. Під час міжнародної правотворчості узгоджені політичні рішення набувають правового змісту. Таким чином, міжнародне право створюється в результаті співпадіння волі держав, в основі яких знаходяться інші життєво важливі інтереси та зовнішньополітичні цілі, а з іншого боку, його норми створюють правову основу міждержавних відносин.

Політика впливає на формування міжнародного права, за допомогою якого держави закріплюють результати політичних домовленостей. Як зазначає О. Шехтер: «Соціально значимі політичні ідеї втілюються у правові норми й принципи, тому політика розглядається як матеріальне джерело правових норм, яке надає їм соціального резонансу, роблячи, зокрема, зрозумілим, чому з'являється певна норма чи принцип, та чому воно виконується або не виконується» [5, с. 23].

Американський автор Л. Хенкін, зокрема, зауважує, що багатосторонній правотворчий процес та створення звичаєвих норм починається, переважно, з політичних дій та раундів переговорів. Доктрина виходить з того, що як тільки норма «викристалізувалася в політичному котлі міждержавних відносин, вона стає особливою правовою категорією, яка отримує самостійне існування і, хоча її ніколи не можна відривати від політики, вона, без втрати політичного значення, стає особливим соціальним феноменом, відмінним від політики» [4, с. 341].

У концепції «політичного спрямування міжнародного права» стверджується, що міжнародне право виступає основою відносин (оскільки більшість держав, зазвичай, дотримуються його норм), проте воно не створює жодних обмежень для поведінки, а навпаки служить інтересам зовнішньої політики держав, його норми створюються та реалізуються відповідно до вимог політики держав.

Міжнародне право постає як втілення державних інтересів на двосторонньому, багатосторонньому рівнях. Лише в деякій мірі міжнародне право висловлює наднаціональні інтереси

Політика будь-якої держави повинна відповідати основним принципам міжнародного права. Ці принципи виражають стрижневі положення універсального рівня міжнародно-правового регулювання, проявляючись в стійкій практиці держав. Фундаментальні міжнародно-правові норми відображені в ст. 2 Статуту ООН і в Декларації про принципи міжнародного права, що стосуються дружніх відносин і співробітництва між державами відповідно до Статуту ООН (1970 р). Саме ці принципи перешкоджають всездозволеності міждержавних двосторонніх або інших домовленостей.

Всі держави самі узгоджують між собою механізм відповідальності за міжнародні правопорушення. За допомогою норм міжнародного права попереджаються війни, врегульовуються міждержавні суперечки, задовольняються повсякденні людські потреби міжнародного характеру. На

сучасному етапі конструктивних радикальних змін зростає затребуваність міжнародно-правових заходів для вирішення масштабних проблем глобального рівня.

Висновки

Отже, міжнародне право і політика є самостійними категоріями, які перебувають у перманентному взаємозв'язку та взаємовпливі. Проблема співвідношення міжнародного права та політики держав зосереджена в площині питання – використання державами міжнародного права як інструменту в зовнішній політиці держав. Політичні інтереси держав формують норми міжнародного права, які виступають результатом узгодження їх політичних інтересів, зовнішньополітичних цілей у процесі міжнародної взаємодії держав. Система міжнародного правопорядку повинна забезпечувати верховенство права, дотримання міжнародного права, у процесі впливу політики держав на реалізацію норм міжнародного права.

Список літератури

1. Гуго Гроций. О праве войны и мира. Репринт. с изд. 1956 г. / Гуго Гроций. – М.: Ладомир, 1994. – 868 с.
2. Лукашук И.И. Международное право. Общая часть / И.И. Лукашук // Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Волтерс Клувер, 2005. – 432 с.
3. Giraud E. Le droit international et la politique // Recueil des cours de l'Academie de droit international. – Т.110 (1963-III). – Р. 428.
4. Henkin L. International law: politics and values / L. Henkin. – London: Martinus Nijhoff Publishers, 1995. – 376 p.
5. Schachter O. International Law and in Theory and Practice / O. Schachter. – London: Martinus Nijhoff Publishers, 1991. – 432 p.

Особливості принципу «Fair play» у міжнародному спортивному праві

Проаналізовано принцип міжнародного спортивного права «Fair play». Розкрито особливості застосування та дотримання цього правила для міжнародного спортивного руху.

Сьогодні Україна є повноправним членом міжнародного співтовариства. Сучасний період її розвитку характеризується складними і суперечливими процесами, що торкаються всіх без виключення сфер громадського життя. При цьому однією з найбільш значущих є сфера спорту, яка на думку багатьох вчених є феноменом ХХ та початку ХХІ століття [6, с. 18]. Зважаючи на світову глобалізацію і масштабну «комерціоналізацію» спорту в останні десятиліття, повсталала проблема щодо порушення правил чесної гри. Це проявляються у формі расизму, вживання препаратів, що підпадають під термін допінг, насильство та договірні матчі – сьогодні це реалії сучасного спорту.

Необхідно зазначити, що ідея «Fair play» є важливим морально-етичним принципом і загальнолюдською цінністю, який регулює моральні відносини не тільки у сфері спорту, а й поза ним. Цей принцип залишається центральним елементом як олімпійського руху та системи олімпійської освіти, так і міжнародного руху в цілому [3, 5, 9, 10, 13].

Якщо ми говоримо про спортивну етику в минулому та сьогоdnішньому, то головною сполучною ланкою між цими періодами є принцип чесної гри. При цьому, як зазначають О.Г. Єгоров та М.О. Захаров, «Fair play» в перекладі з англійської - це чесна, справедлива гра, але за традицією поняття не переводиться на інші мови. Однак використання його російськомовних синонімів (чесна гра, справедлива гра) в ряді випадків є правомірним, а іноді і більш привабливим, перш за все в педагогічній діяльності з молоддю. Чесна гра є соціокультурною підставою всієї спортивної діяльності, а відмова від нього призведе до зникнення спорту як засобу розвитку і піднесення людської особистості, людської гідності [11, с. 12].

Треба підкреслити, що принцип «Fair play» є досить широким поняттям, яке включає в себе як норми прямої заборони, наприклад норми щодо заборони застосування допінгу в спорті, які закріплені в багатьох міжнародних документах¹, так і норми м'якого права, які наприклад

¹ З 2 по 4 лютого 1999 року в м. Лозанна проходила Всесвітня конференція щодо допінгу в спорті, результатом якої стало підписання Лозаннської декларації щодо допінгу в спорті. Також треба відмітити Всесвітній антидопінговий кодекс прийнятий у 2003 році, а також ряд міжнародно-правових документів, серед яких: Конвенція проти застосування допінгу ETS № 135 від 16 листопада 1989 р., Міжнародна конвенція щодо

стосуються сфери особистого зростання індивіда, підтримка ролі виховання та розвитку спорту, як міжнародного руху тощо[4].

Проведений аналіз наукової літератури доводить, що сьогодні популяризацією та практичною реалізацією принципів «чесної гри» займаються, як міжнародні, так і національні організації на різних рівнях. Серед основних, слід виділити: МОК (в якому функціонує Комісія з етики); Міжнародний комітет «Fair play»; Європейський рух «Fair play»; Міжнародну та національні олімпійські академії; Міжнародні та національні центри олімпійських досліджень і освіти; національні олімпійські комітети, міжнародні та національні спортивні федерації, Рада Європи тощо [7].

Так, наприклад, Рада Європи, як одна із ключових міжнародних міжурядових організацій, приділяє особливу увагу питанням забезпечення фундаментальних цінностей в спорті, розвитку нового світосприйняття усіма учасниками спортивного руху, впровадження гнучкої і цілеспрямованої діяльності суб'єктів управління, вдосконалення нормативно-правової бази тощо. При цьому із понад 200 прийнятих нею конвенцій, дві конвенції присвячено проблемам спорту.

Перша це Європейська конвенція по запобіганню насильству і неадекватній поведінці глядачів в ході спортивних змагань, особливо, футбольних матчів (1985 р.), яку на даний момент підписали і ратифікували 39 країн Європи. У її розвиток в різні роки були прийняті цілий ряд рекомендацій з різних питань, серед яких робота з організаціями фанатських організацій і угруповань, соціально-виховні заходи по профілактиці насильства на спортивних аренах, взаємодія правоохоронних органів і служб безпеки, робота волонтерів і стюардів, питання обміну оперативною інформацією з поліцією інших країн, профілактика ксенофобії і інших протиправних дій.

Друга це Антидопінгова конвенція ETS № 135 від 16 листопада 1989 р.[1], як було зазначено вище, вона становить фундамент боротьби із застосуванням допінгових препаратів і методів в спорті. Ця Конвенція визначає необхідні заходи по відношенню до незаконного обороту допінг-препаратів, прийняття та впровадження необхідних правових актів для вирішення цієї проблеми, співпраця державних та недержавних органів та організації щодо ефективного виконання антидопінгових правил, забезпечення ефективності санкцій до порушників та інші питання.

Також необхідно відмітити що в 1992 році при Раді Європи був створений Комітет по розвитку спорту, який здійснює свою діяльність у відповідності до Європейської спортивної хартії та Кодексу спортивної етики «Справедлива гра – шлях до перемоги», який був прийнятий 24 вересня 1992 року та переглянутий 16 травня 2001 року.

В Кодексі зазначено, що спорт є видом індивідуальної діяльності, яка при її справедливому проведенні дає можливості самовдосконаленню, самовираженню та реалізації своїх досягнень. При цьому Кодекс підкреслює право дітей та молоді на участь у спортивній діяльності, а також обов'язок

боротьби з допінгом в спорті прийнята на 33-й Генеральній конференції ЮНЕСКО в Парижу 19 жовтня 2005 р. та інші.

організації та дорослих розповсюджувати принципи «Fair play» та забезпечувати пошановання цих прав.

Само поняття «Fair play» Кодекс трактує більш широко ніж звичайне слідування правилам гри, воно зачіпає поняття дружби, шанування атмосфери, в якій ведеться та здійснюється рекреаційна та спортивна діяльність. «Fair play» - це стиль мислення, а не тільки модель zachovannya. Як зазначають О.Г. Єгоров та М.О. Захаров, Кодекс забезпечує міцну етичну основу для боротьби з негативними проявами в сучасному суспільстві, які підривають традиційну основу спорту, побудовану за принципом справедливості гри і товаристві [11, с. 54].

В заключних положеннях Кодексу відмічається, що «чесна гра» є однією з найважливіших і невід'ємних умов успішного розвитку спорту. Завдяки чесній грі виграють всі – від індивідів, спортивних організацій та суспільства в цілому. Ми всі несемо відповідальність за розповсюдження та забезпечення чесної гри [12].

Досить активну увагу розповсюдженню принципу «Fair play» приділяють такі організації як ФІФА та УЄФА. Треба відзначити, що незважаючи на плідну спортивну діяльність, ФІФА проводить тісну співпрацю з цілим рядом гуманістичних, антирасистських та освітніх організацій усього світу. Основна увага приділяється проблемі расизму та боротьбі з нею. При цьому з 1987 року ФІФА була запроваджена нагорода гравцям за дотримання принципів чесної гри.

У свою чергу УЄФА також активно розповсюджує принципи чесної та справедливої гри. Своїми найголовнішими напрямками вона визначає боротьбу з расизмом, проблему міжнародного регулювання та забезпечення безпеки і боротьба з насильством на стадіонах при проведенні спортивних заходів. Поштовхом для цього стали більше як 10 крупних трагедій в Європі та світі². У зв'язку з цим 19 серпня 1985 р. в м. Страсбург члени держави Ради Європи при підтримці з боку УЄФА прийняли Європейську конвенцію про насильство та неналежну поведінку з боку глядачів під час спортивних заходів, і зокрема футбольних матчів ETS №120 [2].

В рамках цієї конвенції сторони зобов'язалися виробити та здійснити заходи щодо запобіганню та придушенню насильства та неналежної поведінки глядачів шляхом забезпечення в достатньому обсязі правоохоронних служб, сприяти тісному співробітництву щодо обміну інформацією між різними державними органами охорони порядку, застосовувати або прийняти відповідні законодавчі акти, що передбачають санкції або інші необхідні міри щодо осіб, які визнані винними в вчинення порушень пов'язаних з насильством або неналежною поведінкою. Окрім цього держави зобов'язуються здійснити тісне співробітництво зі своїми національними

В 1964 році під час футбольного матчу в м. Ліма (Перу) відбулася трагедія, загинуло 320 чоловік. В 1982 році в м. Москва в Лужниках під час футбольного матчу між московським «Спартак» та голландським «Хаарлемом» відбулася давка вболівальників, в наслідок якої загинуло 70 чоловік. В 1985 році на стадіоні Ейзель в м. Брюссель відбулася трагедія, наслідком якої було 39 загиблих.

спортивними організаціями і відповідними клубами, а також господарями стадіонів щодо забезпечення безпеки і попередження насильства [6, с. 752-758].

Необхідно зазначити, що одним із нових пріоритетних напрямків УЄФА щодо чесної гри є так званий фінансовий fair play. Відповідно до цих нових фінансових правил футбольні клуби повинні бути беззбитковими. При цьому власники клубів в сезонах 2014 – 2015 роках можуть покривати видатки клубів лише у розмірі 45 млн. євро, а в наступних сезонах до 30 млн. євро. Також в рамках реалізації цих правил УЄФА створила спеціальну комісію по фінансовому контролю, було введено ліцензування футбольних клубів по фінансовим критеріям fair play, а також передбачені штрафи та санкції за порушення цих критеріїв [8, с. 52].

Висновки

Підсумовуючи все зазначене вище, необхідно наголосити на тому, що принцип «Fair play» є одним із основних спеціальних принципів міжнародного спортивного права. Він закріплений в багатьох міжнародно-правових документах різних рівнів. При чому треба ще раз підкреслити, що він має широке значення, яке охоплює, як матеріальні так і не матеріальні аспекти людського життя. Цей принцип є найважливішим елементом всієї тренувальної, змагальної і іншої спортивної діяльності, яка відповідає спортивній політиці та управлінню і застосовується в усіх сферах як спортивної, так і рекреаційної діяльності.

Список літератури

1. Антидопінгова конвенція. Ратифікована ВРУ від 15.03.2001 р. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_228
2. Європейська конвенція про насильство та неналежну поведінку з боку глядачів під час спортивних заходів, і зокрема футбольних матчів Ратифікована ВВР від 15.11.2001 р. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/ru/994_003
3. Єрмолова В.М. Fair Play – чесна гра / В.М. Єрмолова // Фізичне виховання в школі. – 2009. – № 3. – С. 36 – 39
4. Кодекс Спортивной Этики: этика и принципы «фэйр плэй» в спорте. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rusbiathlon.ru/blogs/biathlon/id10477/>
5. Матвеев С. Этика в спорте или «fair play»: утопия или реальность / С. Матвеев // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – №2. – С. 6–18.
6. Международное спортивное право : учебник / С. В. Алексеев. — М.: Закон и право, ЮНИТИ-ДАНА, 2008. — 895 с.
7. Олимпийский спорт. Учебник: в 2 т. / В. Н. Платонов, М. М. Булатова, С. Н. Бубка [и др.]; ред. В. Н. Платонов. – Киев: Олимп. лит., 2009. – Т. 1. – 736 с.: ил.

8. Песков А.Н. Спорт и противоправное поведение. Учебник под. ред. С.В. Алексеева. – М.: Проспект, 2016. – 383 с.
9. Радченко Л.О. Реалізація етичних принципів в олімпійському русі, як складова культури суспільства // Л.О. Радченко Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. – Вип. 12 (53) 2014. – С. 85-88
10. Столяров В. Содержание и структура физкультурно-спортивного воспитания детей и молодежи (теоретический анализ): Монография / В.Столяров, С. Фирсин, С. Баринов. – Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2012. – 268 с.
11. Фэйр плэй в современном спорте: учеб. пособие/ А.Г. Егоров, М.А. Захаров. – Смоленск, 2006 г. – 186 с. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://xn--4-8sbic5ausfulcwwd.xn--p1ai/sites/default/files/vsya-kniga_2.pdf
12. Code of Sports Ethics «Fair Play - The winning way» adopted by the Committee of Ministers on 24 September 1992 // // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectID=09000016804cf400
13. Naul R. Didactic approaches to teaching Olympic education / R. Naul // The Olympics, New York: Routledge. – 2010. – P. 405 – 415.

Л.Л. Кияниця, к. політ. н.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Проблеми інформаційної асиметрії в сучасній теорії міжнародних відносин: новітні підходи

Звернено увагу на важливість адекватного розкриття проблеми інформаційної асиметрії у межах сучасної теорії міжнародних відносин, зроблено наголос на внеску окремих дослідників у цей процес. Проаналізовано основні аспекти формування ситуації інформаційної асиметрії як ключової риси сучасного міжнародного життя.

Дослідження специфіки сучасного розвитку міждержавних відносин як на глобальному, так і на двосторонньому рівнях міжнародної взаємодії необхідним чином пов'язане із визначенням впливу інформаційного чинника на можливості держав та інших акторів міжнародних відносин реалізовувати свої інтереси в контексті формально анархічного міжнародного середовища. Хоча концепція інформаційної асиметрії була розвинута в першу чергу в ході дослідження інформаційного дисбалансу між господарюючими суб'єктами в рамках міжнародного ринку [див. 1; 2], цілком можливим та продуктивним є застосування відповідного підходу до дослідження проблем міжнародних політичних відносин. Загалом інформаційну асиметрію можна розглядати як форму дисбалансу в плані поінформованості одних суб'єктів міжнародних відносин про стратегічні можливості, наміри та плани інших таких суб'єктів. Виходячи з такого визначення, в цій доповіді буде зроблено наголос на важливості комплексного розгляду відповідного проблемного поля в сучасній теорії міжнародних відносин.

Проблема інформаційної асиметрії як важливої детермінанти динаміки міждержавних відносин за останні роки опинилася в центрі уваги низки поноваторському налаштованих, але поки що маловідомих в українському науковому просторі дослідників. Зокрема, Б. Уомакк [3] (науковий доробок якого в українській міжнародно-політичній науці ґрунтовно розглянув І.П. Дерев'янко [4]) наголошує на тому, що інформаційна асиметрія є невід'ємною складовою загальної ситуації асиметричних відносин, що являють собою «динамічну відсутність рівноваги між потенційними суперниками», за якої «якщо слабша сторона не може кинути іншим виклик, вона неодмінно програє» [3, р.23]. Тим самим Б. Уомакк підтверджує важливість сприйняття асиметричних відносин як фундаментальної основи сучасних форм міжнародного життя. Однак при цьому Б. Уомакк не схильний наділяти явище інформаційної асиметрії певною самодостатньою сутністю, оскільки в будь-якому випадку вона є лише одним із компонентів запропонованої дослідником асиметричної парадигми дослідження сучасної системи міжнародних відносин [4].

Більш конкретно місце інформаційної асиметрії в загальній структурі асиметричних відносин можна продемонструвати на прикладі подібної

концепції Д.Р. Маккарті [5]. Будучи дослідником проблематики впливу сучасних інформаційних технологій на сучасний розвиток американської зовнішньої політики та міжнародної могутності (power) як такої, Д.Р. Маккарті наголошує на важливості «відносин між технологією та могутністю». Не використовуючи концепт «інформаційної асиметрії» як такий, автор зосереджує увагу читача на нерівномірності розподілу глобальних можливостей впливу на регулювання мережі Інтернет як основної матриці сучасних міжнародних інформаційних обмінів. За твердженням Д.Р. Маккарті, у XXI ст. традиційні концепції «відкритих дверей» та «поширення демократії» набувають дедалі очевиднішого «цифрового» виміру, оскільки можливості експансії «символічного капіталу» США в контексті глобальної «відкритості» Інтернету є куди масштабнішими, ніж можливості держав-ізолятів обмежувати можливості своїх громадян та недержавних організацій отримувати інформацію з мережі Інтернет [5]. Саме такого роду інформаційна асиметрія виступає в якості одного з ключових чинників відносної слабкості традиційних авторитарних режимів у їх прагненні протистояти впливові США шляхом створення додаткових механізмів контролю над Інтернетом на національному рівні його регулювання, в той час як США забезпечують собі можливість впливу на динаміку розвитку Інтернету на глобальному рівні.

З іншого боку, Б. Корменос та Т. Бетц [6] роблять акцент на проблематиці невизначеності щодо поведінки контрагента у контексті будь-яких спроб встановити скільки-небудь чіткі рамки міжнародного співробітництва між відповідними суб'єктами. Зокрема, ключовою проблемою тут є принципова невизначеність майбутніх шляхів розвитку системи міжнародних відносин, оскільки жоден із акторів останньої (включно з великими державами та/або наддержавами) не в змозі адекватно прогнозувати, якими саме будуть наслідки тих або інших політичних кроків відповідних держав або їх союзів [6, р.378]. Подібним чином, як зазначають Б. Корменос та Т. Бетц, неоднозначність норм міжнародного права (у тому числі й тих, за дотриманням яких спостерігають відповідні спеціалізовані міжнародні організації та/або інститути, як-от норми врегулювання міжнародних спорів) додає до інформаційної невизначеності/асиметричності, оскільки різні суб'єкти міжнародних відносин тлумачать відповідні норми по-різному [6, р.379]. У цьому плані можна зазначити, що саме індетермінованість та неоднозначність міжнародно-політичних процесів як таких сприяє подальшому наростанню інформаційної асиметрії як чинника розвитку міжнародної системи, оскільки остання розвивається за умови відсутності у кожного окремо взятого суб'єкта міжнародних відносин повних даних про дійсні наміри інших таких суб'єктів, а тим паче – про потенційні наслідки реалізації останніми тієї або іншої зовнішньої політики.

Подібним чином А.Б. Лібман [7] наголошує на тому, що навіть у контрольованих єдиною суверенною владою складних (федеративних) державних утвореннях умовний «центр» постійно стикається з проблемою ефективного збору та обробки індикативної соціальної та економічної інформації про стан справ у окремо взятих «регіонах» (адміністративно-територіальних одиницях). Тим паче ускладненим такого роду процес збору та

аналізу даних стає в ході будь-яких спроб прогнозування та планування зовнішньої політики держави, що діє за умов відсутності єдиного легітимного суверена в рамках формально анархічної системи міжнародних відносин. З іншого боку, тут варто згадати відому інтерпретацію інформаційної асиметрії як однієї з найефективніших стратегій інформаційних воєн, запропоновану Г.Г. Почепцовим [8]. На думку останнього, за умов унеможливлення адекватної реакції на дезінформацію з боку супротивника через брак розуміння співвідношення між «формою» та «змістом» відповідної політики, відповідний суб'єкт (державна, політична організація, індивід) дістає можливість вводити в оману своїх контрагентів, відповідним чином забезпечуючи собі додатковий потенціал міжнародно-інформаційної маніпуляції. Тому за відсутності розуміння реальних намірів відповідного суб'єкта його опоненти опиняються в невідповідній зі стратегічної точки зору ситуації. Тим самим, розгляд інформаційної асиметрії як важливого чинника розвитку сучасних інформаційних воєн та спецоперацій продовжує тези, сформульовані Д.Р. Маккарті в контексті дослідження інформаційно-комунікаційної асиметрії між США та державами, що прагнуть кинути інформаційний виклик останнім.

Аналогічні висновки можемо зустріти і в дослідженні проблем симетрії/асиметрії в процесі міжнародних переговорів, запропонованому сучасним німецьким дослідником Ф.Р. Пфетчем [9]. За твердженням останнього, ситуація «нерівної рівності», що найбільш влучно характеризує реальний стан сучасної системи міжнародних відносин, в межах якої «держави за сутністю своєю нерівні в плані своєї могутності та впливу на міжнародні справи, але рівні перед [міжнародним] правом у плані своїх прав та обов'язків» [9, р.39]. Відповідне протиріччя Ф.Р. Пфетч пропонує вирішити за рахунок урахування чинника фундаментальної асиметрії між сторонами будь-якого міжнародного переговорного процесу, що впливає з диспропорційного розподілу «структурних інструментів» (наприклад, економічних ресурсів, сприятливого географічного та/або геополітичного положення) та процесуального підходу до переговорного процесу, що впливає зі сприйняття останніх. Умовно «слабша» сторона (тобто та сторона переговорного процесу, що сприймає себе як таку, що має в своєму розпорядженні менш важливі структурні інструменти), таким чином, намагається досягнути рівного статусу з «сильнішою» стороною в ході переговорного процесу, що тим не менше є асиметричним за своєю сутністю (оскільки «сильніша» сторона сприймає свою перевагу як беззастережну [9, pp.40-42]. У цьому сенсі чинник інформаційної асиметрії займає особливе місце, оскільки доступність інформації про реальну могутність (або слабкість) відповідної сторони переговорів дозволила б значною мірою «скоригувати» переговорні стратегії відповідних суб'єктів міжнародних відносин, а отже і вплинути на реальний характер двосторонніх відносин останніх.

Нарешті, необхідно звернути увагу на проблему потенційної дестабілізації поточного світопорядку, спричинену нерівномірним ступенем поінформованості як міжнародної громадськості в цілому, так і конкретних учасників окремих міжнародних конфліктів зокрема, про стратегії реагування

на відповідні виклики та загрози, а саме – про рівень готовності до ескалації/деескалації конфлікту. Як зазначає у цьому зв'язку Т.П. Лаврук [10], загроза помилкового розуміння міри готовності супротивника до ескалації конфлікту є одним із ключових чинників нестабільності глобальної світобудови в цілому. Саме тому ідеологізація відповідних конфліктних ситуацій з точки зору тих ідейно-політичних орієнтирів, яких дотримуються відповідні сторони, необхідним чином посилює такого роду інформаційну асиметрію в сучасних міжнародних відносинах [10, с.359]. Сучасне протистояння низки геополітично забарвлених ідейно-політичних проектів на пострадянському просторі може слугувати в якості доречної ілюстрації до останньої тези. Окрім цього, визначення рівня радикалізації супротивника необхідним чином тягне за собою відхід від певних стандартних протоколів прийняття зовнішньополітичних рішень, що так само не сприяє стабільності зовнішньополітичної стратегії відповідної держави.

Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що хоча чинник інформаційної асиметрії в міжнародних відносинах поки що не дістав всеосяжного висвітлення у сучасній міжнародно-політичній теорії, тим не менше, певні моменти останніх досліджень, що торкалися цієї проблематики, можуть розглядатися як такі, що вказують на потенційну важливість відповідного концепту для кращого розуміння сутності низки актуальних явищ сучасного міжнародного життя. У першу чергу мова йде про специфіку інформаційної асиметрії як чинника процесу прийняття зовнішньополітичних рішень, розвитку міжнародного переговорного процесу, невизначеності розвитку міжнародного співробітництва та конфліктності в міжнародних відносинах тощо. У більш загальному сенсі дослідження відповідних аспектів інформаційної асиметрії сучасних міжнародних відносин дозволить підвищити рівень розуміння поточної динаміки розвитку сучасного міжнародного середовища та тих викликів та загроз, що дедалі частіше постають перед міжнародною спільнотою. Саме тому подальше продовження напрямів дослідження інформаційної асиметрії як явища міжнародних відносин може вважатися одним із найбільш перспективних аспектів дослідження явищ сучасного міжнародного простору.

Список літератури

1. Михайловська О.В. Інформаційні асиметрії в світових інноваційно-інвестиційних процесах / О.В. Михайловська // Інновації та розвиток. – 2009. - № 6. – С. 21–26.
2. Кравчук Г.В., Шевчук В.І., Пластун О.Л. Боротьба з інформаційною асиметрією як важлива складова забезпечення інформаційної безпеки / Г.В. Кравчук, В.І. Шевчук, О.Л. Пластун // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Фінансові ресурси: проблеми формування та використання. – 2013. – № 1(64). – С. 214–221.

3. Womack B. Asymmetry and International Relationships / B. Womack. – New York: Cambridge University Press, 2016. – 245 p.
4. Дерев'янюк І.П. Теорія асиметрії Б. Уомакка як нова світоглядна парадигма / І.П. Дерев'янюк // Зовнішні справи. – 2015. – № 7. – С. 36–38.
5. McCarthy D.R. Power, Information Technology, and International Relations Theory. The Power and Politics of US Foreign Policy and Internet / D.R. McCarthy. – Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2015. – 230 p.
6. Koremenos, B., Betz, T. The Design of Dispute Settlement Procedures in International Agreements / B. Koremenos, T. Betz // *Interdisciplinary Perspectives on International Law and International Relations. The State of the Art* [ed. Dunoff J.L., Pollack M.A.]. – Cambridge: Cambridge University Press, 2013. – P. 371–393.
7. Либман А.М. Информационная асимметрия в федерациях / А.М. Либман // *Пространственная экономика*. – 2014. – № 4. – С. 9–25.
8. Почепцов Г.Г., Чукут С.А. Інформаційна політика: Навч. посіб. для студентів ВНЗ, аспірантів, викладачів. – 2-ге вид., стер. / Г.Г. Почепцов, С.А. Чукут. – К.: Видавництво УАДУ, 2008. – 663 с.
9. Pfetsch F.R. Power in International Negotiations: Symmetry and Asymmetry / F.R. Pfetsch // *Négociations*. – 2011/2012. – № 16. – P. 39–56.
10. Лаврук Т.П. Асиметрія сучасного світопорядку: фактори об'єктивації / Т.П. Лаврук // *Гілея: науковий вісник*. – 2015. – Вип. 98. – С. 356–360.

Н.Ф. Ржевська, д. політ. н., проф.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Геоінформаційний механізм регулювання міжнародної конфліктної взаємодії

З'ясовано зміст та суть процесу міжнародної конфліктної взаємодії, спричиненої геоінформаційними чинниками, а результати інформаційного конфлікту позначаються на найважливіших політичних рішеннях.

Початок нинішнього століття ознаменувався зростанням міжнародних конфліктів, головною причиною яких є прагнення низки держав реалізувати свої геополітичні інтереси. Домінування інформаційної складової в структурі сучасної цивілізації спричинило переміщення конфліктної логіки з мілітарної в інформаційну площину та сферу бізнесу і комерції, що позначилося появою якісно нових характеристик у геостратегічного протиборства між провідними державами світу за досягнення переваги у світовому інформаційному просторі.

Інформаційно-психологічна боротьба суб'єктів геополітичної конкуренції стає визначальним фактором у формуванні геополітичного балансу сил і конкуруючих геополітичних утворень. Вона встановлює нові закономірності формування нових геополітичних центрів сили та визначає геополітичну міць і значення суб'єктів конкуренції.

Нині, коли практично всі держави світу є учасниками геополітичних протистоянь, слабо дослідженим залишається питання розкриття сутності та встановлення ролі геоінформаційного чинника в протіканні міжнародного конфлікту.

Кардинальна зміна геополітичної картини світу, підвищення ролі світової громадської думки, досягнення багатьма державами інформаційної стадії розвитку, революційні перетворення в техніці й озброєнні та низка інших факторів змінили структурні компоненти геополітичного протиборства.

Сам процес конфліктної взаємодії виступає причиною обміну інформацією між усіма основними і другорядними учасниками конфліктної ситуації. Вплив різних інформаційних факторів на хід конфліктної ситуації є досить значним. Ці фактори не мають об'єктивних, суб'єктивних і процедурних рамок застосування і не підпадають під конкретне визначення. Інформаційний тиск учасників конфлікту один на одного чиниться з метою корекції поведінки сторін задля досягнення власних цілей та інтересів [1,с.37]. Поява серед інших механізмів політичного регулювання або ескалації сучасних конфліктів на різних стадіях їх еволюції геоінформаційного чинника, зумовлена впливом на свідомість технологій інформаційно-психологічного характеру.

У період кризи інформаційний потенціал може бути використаний з метою впливу на механізми прийняття рішень противника, як гнучкий стримуючий механізм демонстрації намірів та інформування про національні

інтереси [2,с.10]. Під час конфлікту інформаційна складова може застосовуватися у процесі виконання військових завдань з метою досягнення як фізичних, так і психологічних результатів. У конфліктний період інформаційна політика держави продовжує забезпечувати національні військово-політичні цілі і впливати на бачення ситуації противником. Інформаційно-психологічні технології, спрямовані на координацію дій учасників конфлікту, застосовуються для маніпулятивного впливу при прийнятті політичних рішень і служать інструментом рефлексивного втручання безпосередньо у сам процес конфліктної взаємодії. Відповідно, якість і результативність використовуваних технологій, очевидно, можуть вплинути на результат міжнародного конфлікту [2,с.11].

Основним об'єктом застосування сучасних технологій інформаційно-психологічного впливу є, безумовно, самі конфлікти і, сформовані у зв'язку з ними конфліктні відносини. Сучасна агресивна інформаційно-психологічна боротьба безпосередньо породжує локальні війни і збройні конфлікти, які стають індикатором інформаційно-психологічної війни, її «вітриною» і основною формою політичного прояву прихованих процесів, що лежать в її основі. Зазвичай це регіональні політичні конфлікти, по відношенню до яких, світове співтовариство робить спроби вплинути на хід конфлікту шляхами інформаційного впливу [3,с.119].

У сучасному інформаційно-психологічному протистоянні збройні конфлікти грають лише відведену для них роль. Нині поступове перенесення політичної боротьби в інформаційно-психологічну площину збільшує ризик виникнення локальних збройних конфліктів. Технології інформаційно-психологічної війни багатьом здаються привабливими, саме в силу їх відносної дешевизни, доступності та ефективності, інтенсивність їхнього використання в політичній боротьбі буде лише зростати [4, с.17].

Відповідно, буде збільшуватися і кількість локальних збройних конфліктів, які в психологічних операціях відіграють роль ініціюючого механізму. Це, в кінцевому підсумку, веде до поширення практики застосування власне збройного насильства: там, де починається психологічна війна, обов'язково виникне локальний збройний конфлікт [4,с.18].

Для того, щоб змінити напрямок еволюції конфлікту, необхідно провести психологічну корекцію свідомості населення в зонах конфліктів, вичистивши або замінивши, закладені в ньому раніше, маніпулятивні стереотипи, ідеологічні установки, «якірні» асоціації, що забезпечують добровільне підпорядкування силам маніпулятора [3, с.121].

Не менш важливими є культурно-ціннісні фактори регулюючого впливу інформаційно-психологічних технологій на сучасні конфлікти. Їхня сутність розкривається через застосування певних ціннісних установок, що лежать в основі психологічного впливу одних культурних спільнот, на інші соціально-культурні групи, чий цінності можуть належати зовсім іншішій цивілізаційній традиції. Особливо може дати очікуваний ефект і наблизити державу маніпулятора до досягнення поставленої мети, латентне та поступове накладання системи цінностей однієї держави на традиційний світогляд іншої. [5,с.6]. Все це є можливим лише завдяки застосуванню технологій

інформаційно-психологічного характеру на масову та індивідуальну свідомість через канали медіа-мовлення та шляхом міжособистісної, внутрішньогрупової та мережевої комунікації між стратами [5,с.7].

Нині найефективнішим інструментарієм інформаційно-психологічного впливу на потенційні об'єкти конфлікту є засоби масової інформації. В сучасних умовах інформаційне середовище геополітичного конфлікту формується і підтримується діяльністю засобів масової інформації. Найчастіше саме ЗМІ є головною ланкою в інформаційному полі міжнародного конфлікту. Останнім часом бурхливе зростання тимчасових електронних ЗМІ та прискорений розвиток інформаційних технологій наблизили до реальності проекти створення комплексних інформаційних систем найвищого рівня. Їхнє завдання – сприяти трансформації конфліктів шляхом спеціальних маніпулятивних методик.

Найбільш рельєфно роль світових ЗМІ як інструменту політичного впливу простежується у висвітленні міжнародних конфліктів. Йдеться про геополітику інформації, де основним інструментом є «м'яка сила». Сучасні міжнародні конфлікти значною мірою відбуваються в медійному просторі, де триває боротьба за свідомість, національну та міжнародну. Поряд із військовою технікою найважливішими стають комунікаційні ресурси, оскільки конфлікти підкріплюються інформаційними війнами.

Конфлікти з інтенсивним застосуванням інформаційних технологій рідко завершуються конкретним результатом. Враховуючи особливості сучасної геополітичної кризи можна констатувати, що ЗМІ надають безперервний і глибокий вплив на її динаміку. За останні двадцять років виникненню більшості міжнародних конфліктів сприяли ЗМІ, роздмухуючи упередження суспільства догідливою інформацією, а також формуючи погляд міжнародного співтовариства на самі конфлікти.

Останнім часом бурхливе зростання тимчасових електронних ЗМІ та прискорений розвиток інформаційних технологій наблизили до реальності проекти створення комплексних інформаційних систем найвищого рівня, що сприяють трансформації конфліктів шляхом поєднання політичних і військових заходів.

Невід'ємною складовою інформаційно-психологічного впливу на конфлікт є рівень розвитку національних інформаційно-кібернетичних технологій суб'єктів міжнародних відносин, самостійної розробки та апробації у реальних міжнародних конфліктах [2,с.28].

Враховуючи особливості кіберпростору, кібератака супроти будь-якої держави потенційно може спровокувати масштабний міжнародний конфлікт, в тому числі в фізичному просторі, так як, з одного боку, в умовах глобального взаємозв'язку інформаційних інфраструктур держав украй складно розрахувати масштаб і наслідки такої атаки, з іншого – відповідні заходи постраждалої сторони можуть бути непропорційними в зв'язку зі складністю визначення джерела та ймовірністю помилкової оцінки ситуації. Це може спричинити відкриті військові конфлікти із застосуванням традиційних видів озброєнь [6].

Слід також зазначити, що технології психологічного впливу дійсно здатні перетворити саму некеровану ситуацію в керовану і посадити учасників конфлікту за стіл переговорів. Інформаційно-психологічні технології можуть повернути міжнародний конфлікт у мирну русло. Такий ефект досягається за рахунок створення у населення відповідного образу конфлікту, який сприяє послабленню інтенсивності протікання конфлікту та створенню умов стабілізації політичної ситуації [3].

Отже, ведення інформаційної іміджевої війни спотворює реальність в масовій суспільній свідомості, а її результат може істотно вплинути на хід міжнародного конфлікту. Результати інформаційного конфлікту мають вагомий вплив на процес прийняття найважливіших політичних рішень у світі. Світова політична еліта використовує результати інформаційних воєн як платформу для легітимації своїх рішень і реалізації геополітичних цілей.

З метою визначення значимості геоінформаційного чинника у трансформації міжнародних відносин та оцінки ступеня його впливу на динаміку міжнародного конфлікту нами було здійснено системний аналіз конфлікту в Україні. На нашу думку, досліджуваний період є особливим і показовим для виявлення специфіки ефективності інформаційного чинника в контексті міжнародної конфліктної взаємодії та ступеня його впливу на результат протистояння.

В умовах становлення нового світового порядку та наростаючої напруги Україна опинилася на перетині інтересів Заходу і Сходу, потрапила під активний цілеспрямований інформаційний тиск із обох боків, які прагнули підпорядкувати її сфері свого впливу. Цьому причиною є потужний економічний, ресурсний, демографічний і військовий потенціал України, який викликає підвищений інтерес у сучасних центрів сили з метою можливого використання у власних геополітичних цілях. Прагнення держав до інформаційного домінування і здійснення повного контролю за спрямованістю і змістом інформаційних потоків загострює конфлікт в Україні. На тлі постійної взаємозалежності суб'єктів світової спільноти йде безперервна боротьба за Україну в ідеологічному та культурному керунках. Нині Україна є одним із основних об'єктів інформаційної дії, яка проводиться через глобальне інформаційне поле.

Нині в інформаційному просторі України на дестабілізуючому тлі спостерігаємо постійне зростання іноземної активності. Внаслідок політичної боротьби із розколом українського суспільства по лінії Схід-Захід, умовно, створено два протилежних інформаційних поля, які потрапляють під вплив російського і західного інформаційного просторів. На інформаційний простір України постійно накладається дестабілізуючі мотиви зростаючої іноземної активності. Не в останню чергу, внаслідок інформаційного впливу Росії, країн ЄС та США відбувся розкол українського суспільства на дві умовні частини – східну та центрально-західну, які, відповідно, потрапляють під вплив російського і західного інформаційного просторів, що сприяє загостренню конфлікту в державі. Інформаційні впливи, з боку РФ, США та провідних європейських країн дестабілізують суспільно-політичну, культурну та

економічну ситуації в країні, сприяючи безконтрольному протіканню самого конфлікту.

Висновки

Проаналізувавши останні події можна констатувати, що інформаційне втручання в український конфлікт провідних держав-акторів міжнародних відносин є одним із головних чинників, що сприяє ескалації військових дій. РФ та США вдалося у повному обсязі дестабілізувати ситуацію в Україні, не в останню чергу, завдяки деструктивному інформаційному впливу на конфлікт. Як результат, в українському суспільстві сформовані настрої невдоволення різних типів, створена внутрішньополітична криза та виник внутрішньодержавний конфлікт. Нині провідні міжнародні актори не докладають належних зусиль, щоб конфлікт в Україні можна було врегулювати, а це дестабілізує ситуацію в регіоні та існуючий світопорядок у цілому.

Список літератури

1. Лабуш С. Силовой механизм государства в политических конфликтах XXI века [Электронный ресурс] / С. Лабуш // Конфликтология-2012. – Т.1. – С.30-45. – Режим доступу: <http://elibrary.ru/download/38402078.pdf>
2. Maxwell John W., Reuveny Rafael. Resource Scarcity and Conflict in Developing Countries/ John W. Maxwell, Rafael Reuveny // Journal of Peace Research, 2000. – Vol. 37 (3). – P. 303.
3. Ожеван М. Фронти й тили великих інформаційних війн / М. Ожеван [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niisp.org.ua/defa~143.php>
4. Denning D.E. Information Warfare and Security / D.E. Denning. – Boston: Addison-Wesley, 1998. – 544 p.
5. Кипень В. Травмована свідомість як наслідок і фактор нестабільності / В. Кипень // Аналітично-інформаційний журнал «Схід». – 2014. – № 2 – С. 5–9.
6. Ісакова Т.О. Інформаційно-комунікативні технології. Розпалювання міжнаціональних конфліктів: досвід порівняльного аналізу / Т.О. Ісакова. – Інформаційно-комунікативні технології. Розпалювання міжнаціональних конфліктів: досвід порівняльного аналізу // Стратегічні пріоритети. – 2014. – № 4. – С.113–118.

В.О. Стасів,
(Національний авіаційний університет, Україна)

К.А. Важна, к.ю.н.
(Київський національний університет культури і мистецтв, Україна,
Національний авіаційний університет, Україна)

Правове регулювання відносин, пов'язаних із виникненням, захистом і охороною авторського права у державах світу за умови присутності іноземного елементу: порівняльна характеристика

Розкриваються особливості правового регулювання використання та захисту авторських прав за умови присутності іноземного елементу на прикладі права держав англо-американської та романо-германської правових сімей. Окремлено переваги та недоліки романо-германської та англо-американської концепцій захисту авторських прав.

Авторське право є одним з найбільш динамічних інститутів цивільного права і ключовим інститутом права інтелектуальної власності. В останні роки авторське право в суспільних відносинах набирає все більшої ваги, що, зокрема, пов'язано з масштабами розвитку технологій, які дозволяють в короткий термін копіювати та поширювати твори, що є об'єктами авторського права.

Ідея контролю відносин, пов'язаних з виникненням, захистом і охороною авторського права, виникла ще за у Стародавній Греції та Римі. Насамперед, це було пов'язано з оприлюдненням та використанням творів, які зачіпали як інтелектуальні, так і особисті права. Пізніше, з винайденням технології друкування (XV ст.), яка уможливила розмноження літературних творів за допомогою механічних процесів, з'явилися т. зв. привілеї. Такі привілеї надавали бенефіціарам на обмежений час виключні права на відтворення і розповсюдження твору.

Наприкінці XVII ст. в Англії система привілеїв, що надавались королівською владою, зазнавала все більшої критики, автори все активніше заявляли про свої права. Це призвело до появи в Англії у 1710 р. Статуту королеви Анни, визнаного першим положенням про авторське право [5].

Зважаючи на історичний розвиток романо-германської та англо-американської правових сімей, на сьогоднішні, прийнято виділяти дві основні концепції авторського права: континентальну європейську систему охорони авторських прав (система «друа д'атер» - *droit d'auteur*) та англо-американську систему («копірайт» - *copyright*) [4, с.120].

Для аналізу норм, що регулюють даний вид відносин потрібно розглянути три основні фактори, за якими можна розпізнати будь-який юридичний інститут: об'єкт, суб'єкт і співвідношення суб'єкта до об'єкта, [9, с. 580].

У континентальній правовій сім'ї об'єктами авторського права є будь-які художні твори, які є оригінальними. При цьому законодавець не визначає

чіткого переліку видів художніх творів. У більшості законодавств сфера юридичної регламентації чітко розмежовується на авторські та суміжні права [8].

Наприклад, у статті L.112-2 Кодексу інтелектуальної власності Франції наведено перелік об'єктів які можуть охоронятися, включаючи твори літератури, художні, музичні, кінематографічні та твори декоративно-прикладного мистецтва, програмне забезпечення ЕОМ, сезонні промислові вироби, що відносяться до одягу і прикрас [1].

В англо-американській правовій сім'ї перелік творів є вичерпним, а авторські та суміжні права становлять єдиний неподільний інститут [3, с. 102].

Відповідно до п.1. ст.1 Закону Великобританії «Про авторське право» 1988 року об'єктами авторського права є літературні, драматичні, музичні або художні твори, звукові записи, фільми, теле- і радіопередачі або кабельні програми, і друкарське оформлення опублікованих видань [2].

Відповідно ст. 8 до Закону України «Про авторське право та суміжні права» об'єктами авторського права є твори у сфері науки, літератури і мистецтва, а саме: літературні письмові твори белетристичного, публіцистичного, наукового, технічного або іншого характеру (книги, брошури, статті тощо); виступи, лекції, промови, проповіді та інші усні твори; комп'ютерні програми; бази даних; музичні твори з текстом і без тексту; драматичні, музично-драматичні твори, пантоміми, хореографічні та інші твори, створені для сценічного показу, та їх постановки; аудіовізуальні твори; твори образотворчого мистецтва; твори архітектури, містобудування і садово-паркового мистецтва; фотографічні твори, у тому числі твори, виконані способами, подібними до фотографії; твори ужиткового мистецтва, у тому числі твори декоративного ткацтва, кераміки, різьблення, ливарства, з художнього скла, ювелірні вироби тощо; ілюстрації, карти, плани, креслення, ескізи, пластичні твори, що стосуються географії, геології, топографії, техніки, архітектури та інших сфер діяльності; сценічні обробки творів і обробки фольклору, придатні для сценічного показу; похідні твори; збірники творів, збірники обробок фольклору, енциклопедії та антології, збірники звичайних даних, інші складені твори за умови, що вони є результатом творчої праці за добром, координацією або упорядкуванням змісту без порушення авторських прав на твори, що входять до них як складові частини; тексти перекладів для дублювання, озвучення, субтитрування українською та іншими мовами іноземних аудіовізуальних творів; інші твори [6].

Отже, в національному законодавстві України не зазначений виключний перелік прав авторів, як і в інших державах континентальної системи охорони авторського права. Особливістю даної категорії прав, на відміну від права Великобританії чи Франції, законодавчо виділено ширший перелік творів, які не притаманні законодавствам вказаних держав, наприклад, твори ужиткового мистецтва, збірники обробок фольклору та ін.

Щодо суб'єкта авторського права, то у державах романо-германської правової сім'ї основною та позачерговою особою, яка набуває авторські права на твір, створений власною творчою діяльністю, є автор.

Відповідно до ст. L.113-1 Кодексу інтелектуальної власності Франції при відсутності доказів іншого, авторство належить особам, під чийм ім'ям твір було оприлюднено [1].

У державах, що входять в сім'ю загального права, юридичне поняття «автор» розглядається ширше, ніж в правових системах, заснованих на традиції римського права. Тут, коли мова йде про створення твору на підставі трудового договору, на замовлення або з метою використання його при виготовленні кінофільмів і інших колективних творів, роботодавець, замовник, продюсер юридично визнається автором і, відповідно, початковим правовласником суб'єктивних прав на вказаний продукт [8, с. 16]

Так, в США §20 Закону про авторське право від 1976 р. вказує: «У випадку створення твору за наймом, наймач або інша особа, для якої створювався твір, вважається автором за змістом цього Закону та, якщо сторони спеціально не зумовили інше в підписаному ними документі, має право здійснювати всі правочини, що є складовими авторського права» [10, с. 38].

Відповідно ж до ст. 7 Закону України «Про авторське право та суміжні права» суб'єктами охорони даного виду прав є автори творів, їх спадкоємці та особи, яким автори чи їх спадкоємці передали свої авторські майнові права [6]. Тобто основним суб'єктом є автор, який може передавати своє право власності на твір.

Останню, але не менш важливу категорію порівняльного аналізу становить суб'єктивне право. В романо-германській правовій сім'ї за автором твору визнаються права як майнового, так і особистого немайнового характеру, а в класичній традиції загального права – лише майнового [8, с. 17]

Згідно п. 6 ст. 96 Закону Великобританії «Про авторське право» в рамках позову щодо порушення авторського права у вигляді відшкодування збитків, судових заборон, належні платежі на користь позивачеві мають бути здійснені на тих же підставах, що і стосовно порушення будь-якого іншого майнового права [2].

Відповідно до ст. 14 Закону України «Про авторське право та суміжні права» автору належать такі особисті немайнові права: вимагати визнання свого авторства шляхом зазначення належним чином імені автора на творі і його примірниках і за будь-якого публічного використання твору, якщо це практично можливо; забороняти під час публічного використання твору згадування свого імені, якщо він як автор твору бажає залишитись анонімом; вибирати псевдонім, зазначати і вимагати зазначення псевдоніма замість справжнього імені автора на творі і його примірниках і під час будь-якого його публічного використання; вимагати збереження цілісності твору і протидіяти будь-якому перекрученню, спотворенню чи іншій зміні твору або будь-якому іншому посягання на твір, що може зашкодити честі і репутації автора [6]. Статтею 15 цього закону врегульовано майнові права автора, до яких належать: виключне право на використання твору; виключне право на дозвіл або заборону використання твору іншими особами [6].

Висновки

Відмінності в стилі описаних концепцій, мають як переваги так і недоліки. «Невичерпність» континентальної концепції створює труднощі, у правовому регулюванні даного виду відносин (на відміну від правових систем держав англо-американської правової сім'ї). У даному контексті доцільніше встановити чіткий перелік прав авторів і об'єктів авторського права. Автор є основним суб'єктом авторських прав згідно двох правових концепцій. Що ж до суб'єктивного права, то раціональніше використовувати розподіл майнових та немайнових авторських прав, який доповнює майнові права, охороняє та регулює права автора на використання твору іншими особами та ін.

Список літератури

1. Code de la propriété intellectuelle [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006069414&dateTexte=20131014>.
2. Copyright, Designs and Patents Act [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1988/48/data.pdf>.
3. Бентли Л. Право интеллектуальной собственности. Авторское право. / Л. Бентли, Б. Шерман. – Санкт Петербург: Юрид. центр Пресс, 2004. – 535 с.
4. Блинец И. А. Право интеллектуальной собственности / И. А. Блинец. – Москва: ООО "Проспект", 2015. – 381 с.
5. Дроб'язко Р. В. Право інтелектуальної власності [Електронний ресурс] / Р. В. Дроб'язко, В. С. Дроб'язко – Режим доступу: http://adhdportal.com/book_788.html.
6. Про авторське та суміжні права: Закон України від 23 грудня 1993р. // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 13. – Ст. 64.
7. Кодекс интеллектуальной собственности [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу: <http://www.wipo.int/wipolex/tu/details.jsp?id=5563>.
8. Матвеев А. Г. Некоторые сравнительно-правовые аспекты англо-американской и романо-германской концепций авторского права / А. Г. Матвеев. // Вестник Пермского университета. – 2009. – №4. – С. 24.
9. Пилипенко А. А. Право изобретателя. Историко-догматическое исследование. / А. А. Пилипенко. – Москва: Статут, 2001. – 688 с.
10. Пучинского В. К. Гражданское, торговое и семейное право капиталистических стран. Авторское право: сб. нормативных актов / В. К. Пучинского, М. Н. Кузнецова. – Москва: УДН, 1988. – 204 с.

*Н.С. Шалімова, доктор економічних наук,
Г.І. Кузьменко, кандидат економічних наук
(Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна)*

Вплив системи оподаткування на позицію України в міжнародних рейтингах

Досліджено індикатори, які формують міжнародні рейтинги Doing Business та Paying Taxes. Визначено вплив показників, які характеризують систему оподаткування в країні на значення міжнародних рейтингів. Здійснено порівняльний аналіз місця України серед інших країн світу за міжнародними рейтингами Doing Business та Paying Taxes.

Одним з індикаторів сприятливості умов для ведення бізнесу в країнах світу є міжнародні рейтинги, в складі яких певне місце відводиться оцінюванню системи оподаткування в країні.

Найбільш популярним міжнародним рейтингом оцінки простоти здійснення підприємницької діяльності в країнах світу в останні роки є індекс «Ведення бізнесу» (англ. Doing Business), який дозволяє визначити якість правил регулювання підприємницької діяльності, що підвищують чи обмежують ділову активність, та їх застосування в країнах світу, регіонах, а також вибраних окремих містах.

Задля покращення бізнес-клімату в Україні та підвищення позицій України у рейтингу Doing Business, Мінекономрозвитку спільно з Офісом ефективного регулювання (Better Regulation Delivery Office), розробило дорожню карту, що складається з 43 пунктів. Виконання цих пунктів має вивести Україну в ТОП-20 країн світу з найкращим бізнес-кліматом за версією Світового банку в 2017 році (Doing Business 2018). Дорожня карта затверджена Розпорядженням КМУ №1406 від 16 грудня 2015 року [1].

Doing Business – це рейтинг, що існує з 2003 року і, зазвичай, публікується восени. Кількість країн, які охоплюються рейтингом, постійно зростає: 2004 рік - 133, 2005 рік - 145, 2006 рік - 155, 2007 рік - 175, 2008 рік - 178, 2009 рік - 181, 2010-2012 рр. - 183, 2013 рік - 185, 2014-2016 рр. - 189, 2017 рік - 190. Ці дослідження не лише вказують на проблеми, які заважають розвитку підприємництва, а й визначають їхню причину та містять рекомендації відносно проведення необхідних реформ. Рейтинг включає 11 індикаторів, серед яких десять основних та один додатковий. До основних індикаторів включені такі:

- 1) реєстрація підприємства (Starting a business);
- 2) отримання дозволів на будівництво (Dealing with construction permits);
- 3) підключення до системи електропостачання (Getting electricity);
- 4) реєстрація власності (Registering property);
- 5) отримання кредитів (Getting credit);
- 6) захист міноритарних інвесторів (Protecting minority investors);

- 7) оподаткування (Paying taxes);
- 8) міжнародна торгівля (Trading across borders);
- 9) забезпечення виконання контрактів (Enforcing contracts);
- 10) вирішення неплатоспроможності (процедура банкрутства) (Resolving insolvency).

Додатковий індикатор (11-й) характеризує стан регулювання ринку праці (Labor market regulation) і його специфікою є те, що при визначенні загального рейтингу він не включається.

Згідно зі звітом за 2017 рік [2] Україна займає 80 місце серед 190 країн світу за рейтингом Doing Business – 2017 (табл. 1), що на 1 позицію вище у порівнянні із рейтингом Doing Business - 2016. Лідером на даний момент є Нова Зеландія. За середнім підрахунком експертів Світового банку, один пункт в рейтингу Doing Business, приносить державі близько 500-600 млн. дол. інвестицій.

Таблиця 1

Позиція України в рейтингу «Doing Business»

Назва	Doing Business 2017	Doing Business 2016	Зміни в рейтингу
Загальний рейтинг	80	81	▲1
Реєстрація підприємства (Starting a business)	20	24	▲4
Отримання дозволів на будівництво (Dealing with construction permits)	140	137	▼3
Підключення до системи електропостачання (Getting electricity)	130	140	▲10
Реєстрація власності (Registering property)	63	62	▼1
Отримання кредитів (Getting credit)	20	19	▼1
Захист міноритарних інвесторів (Protecting minority investors)	70	101	▲31
Оподаткування (Paying taxes)	84	83	▼1
Міжнародна торгівля (Trading across borders)	115	110	▼5
Забезпечення виконання контрактів (Enforcing contracts)	81	93	▲12
Вирішення неплатоспроможності (процедура банкрутства) (Resolving insolvency)	150	148	▼2

Джерело: узагальнено на основі звіту Doing Business – 2017 [2] та офіційних даних сайту: <http://doingbusiness.org/data/exploreconomies>

У порівнянні із 2016 роком, Україна покращила свої позиції за показниками:

- реєстрація підприємства - з 24-го до 20-го місяця;
- підключення до електромереж – із 140-го до 130-го місяця;
- захист міноритарних інвесторів - із 101-го до 70-го місяця;
- забезпечення виконання контрактів - із 93-го до 81-го місяця.
- оподаткування – із 107-го до 84-го місяця.

В самому звіті Doing Business – 2017 особливо відмічені реформи, проведені Україною в двох сферах: захист міноритарних інвесторів та забезпечення виконання контрактів.

Але є сфери, в яких показники погіршилися або залишилися на тому самому рівні. Серед них:

- вирішення проблем із неплатоспроможністю – із 148-го до 150-го місяця;
- міжнародна торгівля – із 110-го до 115-го місяця;
- оподаткування - із 83-го до 84-го;
- реєстрація власності – із 61-го до 63-го місяця;
- доступ до отримання кредитів – із 19-го до 20-го місяця;
- реєстрація власності - із 62-го до 63-го;
- отримання дозволів на будівництво - із 137-го до 140-го.

Новий звіт демонструє, що необхідно більш рішуче впроваджувати реформи з дерегуляції, оскільки Україна значно поступається сусіднім країнам: Грузія знаходиться на 16 місці, Польща знаходиться на 24 місці, Румунія на 36, Білорусь на 37, Угорщина на 41, Молдова на 44, Туреччина на 69.

Індикатор «Оподаткування» додатково публікується в окремих звітах «Paying Taxes», які складаються Світовим банком у співпраці з PricewaterhouseCoopers з метою оцінки якості системи оподаткування для бізнесу. Цим рейтингом оцінюється податкове навантаження середньостатистичного підприємства у розрізі адміністрування та сплати корпоративного податку, соціальних відрахувань, податків, що утримуються з доходів працівників підприємства, податків на майно, податків на передачу права власності, податків з дивідендів та інших обов'язкових платежів, які має сплачувати бізнес. Крім цього, аналізується інформація щодо періодичності подання податкової звітності та сплати податків, а також щодо затрат часу, необхідного для виконання бізнесом свого податкового обов'язку. Рейтинг включає ще й оцінку процесів, які йдуть за сплатою податкових платежів, зокрема проведення податкових перевірок, отримання бюджетних відшкодувань, адміністративні оскарження, що дозволяє зробити ґрунтовний аналіз податкових систем.

Індикатор «Оподаткування» оцінюється за такими показниками, як:

- кількість податкових платежів;
- час на розрахунок та сплату податків;
- загальна податкова ставка (% від прибутку до оподаткування);
- індекс процедур після подачі звітності та сплати податків, який вимірюється на основі оцінки:
 - часу, витраченого на розрахунок відшкодування по ПДВ;
 - часу, необхідного для отримання цього відшкодування;

– часу, необхідного для виправлення помилок, коригування звітності, проведення та завершення процедур податкових перевірок (податкового аудиту).

Порівняння показників України з показниками інших країн та груп країн (табл. 2) показує, що Україна має сприятливі умови за такими показниками, як «кількість податкових платежів» та «індекс процедур після подачі звітності», але завеликий час на розрахунок та сплату податків і порівняно високу загальну податкову ставку.

Таблиця 2

Порівняння показників України за індикатором «Оподаткування» із іншими країнами та групами країн

Показник	Україна (рейтинг - 20)	Європа та Центральна Азія	ОЕСР	Нова Зеландія (рейтинг - 2)	Польща (рейтинг - 47)	Грузія (рейтинг - 22)
кількість податкових платежів	5,0	17,6	10,9	7,0	7,0	5,0
час на розрахунок та сплату податків	355,5	221,5	163,4	152,0	271,0	270,0
загальна податкова ставка (% від прибутку до оподаткування)	51,9	33,8	40,9	34,3	40,4	16,4
індекс процедур після подачі звітності та сплати податків (0-100)	79,3	71,9	85,1	96,9	92,2	87,2

Джерело: узагальнено на основі звітів Doing Business – 2017 [2] та Paying Taxes – 2017 [3], офіційних даних сайтів: <http://doingbusiness.org/data/exploreconomies>; <http://www.pwc.com/gx/en/services/tax/paying-taxes-2017>

Як зазначено в звіті «Paying Taxes 2017» в середньому компанії світу витрачають 251 годину на розрахунки податків, підготовку звітності та їх сплату, виконують 25 платежів за середньою загальною податковою ставкою 40,6% від прибутку до оподаткування.

В звіті «Paying Taxes 2017» Україна аналізується у порівнянні із 19 країнами Східної Європи та Центральної Азії. Серед цих країн України має найнижчу кількість податкових платежів (разом із Грузією) - 5. В інших країнах передбачено від 6 (Азербайджан) до 51 (Киргизія) платежу. Загальна

податкова ставка є однією з найвищих – 51,9% (випереджають Україну лише Беларусь - 54,8% та Таджикистан - 65,2%). Одним з найвищих є показник часу на розрахунок податків - 355,5 (вище лише в Боснії та Герцеговині - 411 год.). За індексом процедур після подачі звітності Україна знаходиться всередині даного міні-рейтингу.

Показники міні-рейтингу країн ЄС такі:

- загальна податкова ставка: від 20,8% (Люксембург) до 62,8% (Франція);
- час на розрахунок та сплату податків: від 52 год. (Сан-Маріно) до 453 (Болгарія) (Болгарія значно випереджає інші країни ЄС, перед нею Угорщина з показником в 277 год.);
- кількість платежів: від 4 (Норвегія) до 31 (Хорватія);
- індекс процедур після подачі звітності: від 48,4 (Італія) до 98,6 (Сан-Маріно).

Якщо оцінка тієї чи іншої економіки за індикатором Paying Taxes збільшилася або зменшилася на 2% або більше до крайньої межі, то зміни у податковому законодавстві, які призвели до цього, можуть бути кваліфіковані як реформи. При цьому такі реформи поділяються на дві категорії: реформи, які спрощують ведення бізнесу, та реформи, які ускладнюють ведення бізнесу. З 2004 р. у світі було проведено 443 реформи у податковій сфері, що дозволили спростити ведення бізнесу.

Висновки

Посилення рейтингу нашої країни у світовому економічному просторі в цілому та різних сферах зокрема (торгівельній, фінансовій, соціальній тощо) є неможливим без формування міцної внутрішньої основи для розвитку, яку і забезпечує система оподаткування. Незважаючи на деякі позитивні зрушення, Україна має потенціал для вдосконалення інституціональних, адміністративних та економічних важелів в цій сфері.

Список літератури

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану дій щодо імплементації кращих практик якісного та ефективного регулювання, відображених Групою Світового банку у методології рейтингу “Ведення бізнесу” на 2016 рік» від 16 грудня 2015 р. № 1406-р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1406-2015-p>
2. Doing Business 2017 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.doingbusiness.org/~media/WBG/DoingBusiness/Documents/Annual-Reports/English/DB17-Report.pdf>
3. Paying Taxes 2017 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://pwc.com/gx/en/paying-taxes/pdf/pwc-paying-taxes-2017.pdf>

О. Г. Широкова-Мурараш, к.і.н., доцент
М. І. Налкова,
Національний авіаційний університет, м. Київ

Рішення Європейського суду з прав людини щодо реалізації права працівників українських авіакомпаній на страйк

Висвітлюється питання порушення прав і свобод працівників через свавілля роботодавців та недосконалість національного законодавства та можливість подолання прогалин у ньому шляхом імплементації рішень міжнародних органів правосуддя на прикладі практики Європейського суду з прав людини. Головна ідея дослідження - покращення національного законодавства у сфері захисту і забезпеченні прав і свобод людини, зокрема, щодо реалізації права працівників авіакомпаній на страйк, як результат рішення Європейського суду з прав людини в справі «Веніамін Тимошенко та інші проти України».

Важливою ознакою сучасної демократичної держави та громадянського суспільства є конституційне право на страйк. Але закріплення цього права у конституціях держав пов'язано з частими випадками його порушення як через недосконалість національного законодавства, так і через свавілля роботодавців. Разом з тим держави не завжди сумлінно виконують свої обов'язки щодо захисту прав і основоположних свобод людини і гарантують імплементацію таких норм, мають малоефективні механізми забезпечення та захисту прав людини. Україна – не виняток. І навіть якщо законодавство гарантує забезпечення і захист таких прав, то в разі їх порушення, вкрай важко довести цей факт в судових органах. Коли національні механізми захисту порушених прав є вичерпними, людина має змогу звернутися до міжнародно-правових.

Європейський суд з прав людини є найбільш ефективним судовим органом, практика якого демонструє немалий досвід в вирішенні справ щодо порушення прав людини у різних сферах. Подією міжнародного значення став прецедент захисту прав колишніх працівників авіакомпанії «АероСвіт», які отримали змогу через такий механізм як страйк захищати свої трудові права й протистояти свавіллю роботодавців. Водночас справа «Тимошенко та інші проти України» важлива для людей найманої праці та профспілок не тільки України, а й країн пострадянського простору та Європи.

Безпрецедентна подія в сфері захисту прав людини змусила переглянути деякі основоположні права людини, що гарантуються кожному в цивілізованому суспільстві, зокрема – право на страйк. Конституційне право людини і громадянина на страйк є самостійним суб'єктивним правом. Юридичний зміст суб'єктивного конституційного права людини і громадянина на страйк – це закріплена нормами національного права система можливої і необхідної поведінки уповноваженого і зобов'язаного суб'єктів щодо захисту економічних, соціальних і культурно-духовних інтересів особи. Структура змісту суб'єктивного конституційного права на страйк має чотиричленну

побудову, а саме можливості уповноваженого суб'єкта: 1) на певну поведінку (право на власні дії); 2) вимагати належної поведінки від зобов'язаної сторони (право на чужі дії); 3) у разі порушення його конституційного права на страйк звертатися за захистом до держави в особі судових і правоохоронних органів (право на захист), що зобов'язані відновити порушене право, а при вичерпанні національних засобів захисту досліджуваного права звертатися до інституцій регіонального та міжнародного рівня; 4) уповноваженої сторони правовідносин в особі носія конституційного права на страйк користуватись цією можливістю.

Європейський суд з прав людини (надалі - ЄСПЛ) зобов'язав український уряд виплатити 20 тис. євро колишнім співробітникам авіакомпанії «АероСвіт» Веніаміну Тимошенку, Андрію Бородину, Ользі Івановій, Олегу Пушняку і Тарасу Товстому через судову заборону на проведення страйку. Цього рішення могло б і не бути, якби свого часу працівники та незалежна профспілка бортпроводників «АероСвіту» не вирішили йти до кінця і відстоювати свої трудові права, гарантовані Конституцією України.

Як нагадав голова профспілки бортпроводників авіакомпанії «АероСвіт», віце-президент профспілки-асоціації льотного складу цивільної авіації України (ПАЛС) Веніамін Тимошенко, історія боротьби почалася ще у 2007 році. Тоді компанія «АероСвіт» грубо порушила законодавство України: почала незаконно звільняти людей та не виплачувати їм зарплату. За словами Веніаміна Тимошенка, держава фактично не реагувала на такі порушення прав громадян. Тому у 2010 році був зареєстрований трудовий спір і приблизно півроку тривали процедури примирення, передбачені ЗУ «Про порядок вирішення колективних трудових спорів (конфліктів)» [1]. Закінчилося усе прийняттям узгоджених між роботодавцем та профспілкою рішень. Проте, працедавець не збирався їх виконувати. Тому працівникам «АероСвіту» нічого не залишалося як вдатися до рішучих дій – оголосити страйк. Про його початок було попереджено як роботодавця, так і усі органи влади. Згідно з конституційними положеннями право на страйк включає в себе такі можливості: а) прийняття найманими працівниками самостійного рішення про оголошення чи неоголошення страйку на своєму підприємстві (ч. 3 ст. 19 Закону України «Про порядок вирішення колективних трудових спорів (конфліктів)»); б) брати участь у страйку для захисту своїх економічних і соціальних інтересів (ч. 1 ст. 44 Конституції України); в) не брати участі у страйку – ніхто не може бути примушеним до участі в ньому або неучасті (ч. 3 ст. 44 Конституції України) [6]. Проте представники компанії вирішили перешкодити цьому. Рішенням Бориспільського суду їм заборонили страйкувати. І це було неправосудно.

В Україні існують два законодавчі акти, які регулюють право на страйк: ЗУ «Про транспорт» [2], який забороняє працівникам авіації страйкувати, та ЗУ «Про порядок вирішення колективних трудових спорів» [1], який не містить такої заборони. Однак українські судді скористалися тим, що забороняє. Хоч, як уже пізніше й було доведено у ЄСПЛ, така заборона є порушенням права на свободу асоціацій.

Як наголосила Оксана Чугаєнко - адвокат, партнер юридичної компанії Counselors – у суді посилалися на ст. 18 ЗУ «Про транспорт» [2], та ці положення регулюють відносини, які сьогодні вже не існують: там мова йде про тарифні угоди, що нині замінені колективними договорами. Але це не перешкодило суддям виносити рішення про заборону. Також у цій справі порушувалися як процесуальні норми, так і формальні підстави: суд прийняв рішення спираючись на власне припущення про можливу шкоду заподіяну страйком, але рішення мають базуватися на реальних підставах.

Згідно з рішенням ЄСПЛ, український уряд має виплатити колишнім співробітникам «АероСвіту» 20 тис. євро [7]. Та незалежна профспілка наголошує, що загалом авіакомпанія заборгувала своїм співробітникам 110 мільйонів гривень. І можливо, цього б не сталося, якби свого часу авіаційникам не заборонили виходити на страйк. Завдяки зусиллям профспілки, зверненням у різні інстанції вдалося добитися виплати понад 40 млн гривень заборгованості. Але залишалась невиплаченою дуже велика сума. При цьому держава не захищає сторону працівників і її позиція незрозуміла. Прокурори, виконавча служба, Міністерство соціальної політики, Міністерство інфраструктури – всі ті, хто мав би захищати конституційні права працівників авіакомпанії, абстрагувалися від цієї проблеми» [8].

Авіаційники пішли шукати справедливості у Страсбург лише після використання усіх можливих механізмів захисту в Україні. При цьому варто зауважити, ЄСПЛ все ж захищає права, які гарантовані міжнародним правом. Тому й розглядалися саме порушення права транспортників на страйк.

Ця справа є особливою як в національному контексті, так і за межами країни. З одного боку, ЄСПЛ визнав, що українське законодавство, яке гарантує права профспілок та працівників у транспортній сфері, є неякісним. Це - обставина для того, щоб уряд вніс законодавчі зміни, які б дозволяли проводити страйки. Зрозуміло, що тут повинні передбачатися певні обмеження, але вони мають бути чітко визначеними. З другого боку, тепер суд може посилається на рішення ЄСПЛ, яке стає частиною нашого національного законодавства. Якщо відповідні положення будуть закріплені в законі, у суді будуть більш вагомими причини не забороняти страйк. Визнано, що вищезгаданий ЗУ «Про транспорт» [2] застарів, й взагалі до нього не було внесено жодних змін після того, як були ухвалені Конституція та інші закони. І в наслідок цього авіатори, як і інші працівники транспортної сфери, не мали фактично права страйкувати.

Загалом ЄСПЛ виніс порівняно небагато рішень, що стосуються саме прав профспілок, зокрема – й на страйк. В Україні, як і взагалі на пострадянському просторі, до недавнього часу взагалі не було жодної виграної справи у цій сфері.

Рішення у справі «Тимошенко та інші проти України» у майбутньому може допомогти багатьом країнам змінити своє законодавство. На основі рішення ЄСПЛ інші люди найманої праці також зможу базувати подальші заяви. Голова Конфедерації вільних профспілок України Михайло Волинець у свою чергу зауважив, що в Україні є багато людей, чие право на страйк обмежене, що заважає їм захищатися від свавілля роботодавців.

Отже, в контексті роздумів щодо значимості практики ЄСПЛ для України в сфері захисту прав людини, постає питання про те, яким чином впливають рішення Європейського суду на механізми реалізації і захисту прав і свобод індивіда. Справа «Тимошенко та інші проти України» надихає й показує, що можна йти далі в напрямку покращення роботи інституційних механізмів захисту прав людини в нашій країні. Після використання всіх національних засобів правового захисту відповідно до ст. 55 Конституції України [6] кожному гарантується право звертатися за захистом своїх прав і свобод до відповідних міжнародних установ чи органів міжнародних організацій, членом або учасницею яких є Україна. 23 лютого 2006 р. Верховна Рада України прийняла Закон України № 3477-IV «Про виконання та застосування практики Європейського суду з прав людини» [3], згідно з яким при розгляді справ судами України Конвенція та практика Європейського суду з прав людини мають використовуватися як джерела права. Відповідне положення спрямовано на реалізацію вищевказаної конституційної норми та норм Закону України «Про міжнародні договори України» від 29 червня 2004 р. [4]. У системі джерел адміністративного процесуального права джерелом міжнародних зобов'язань України та джерелом її національного законодавства, зокрема адміністративного процесуального, є рішення ЄСПЛ, що набули статусу остаточних відповідно до ст. 44 Конвенції щодо тлумачення і застосування положень Конвенції та протоколів до неї в усіх справах [5]. Положення Конвенції як міжнародного договору, що являє собою правове джерело, перебувають у нерозривному зв'язку з масивом практики ЄСПЛ.

Висновки

На практиці існують проблеми щодо неоднакового застосування судами відповідних рішень і, враховуючи необхідність усунення прогалин і колізій у національному законодавстві та підвищення української правозастосовної практики адміністративних судів до європейського рівня, доцільність посилення на рішення ЄСПЛ у судовій практиці є очевидною. Вищерозглянута справа є наочним прикладом того, як практика Європейського суду з прав людини допомагає в усуненні прогалин і недоліків в законодавстві країни і, відповідно до своїх цілей, захищає, порушені державою, права людини, а й зокрема право працівників на страйк як крайньої міри у вирішенні колективного трудового спору. Є надія, що приклад України змусить міжнародне співтовариство звернути увагу на проблему імплементації рішень інститутів міжнародного рівня з метою покращення ефективності роботи державних механізмів, а в першу чергу – змусить звернути увагу на проблему порушення прав людини в умовах сьогодення.

Список літератури

1. Закон України «Про порядок вирішення колективних трудових спорів (конфліктів)» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/137/98-вр>
2. Закон України «Про транспорт» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/232/94-вр>
3. Закон України № 3477-IV «Про виконання та застосування практики Європейського суду з прав людини» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3477-15>
4. Закону України «Про міжнародні договори України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1906-15>
5. Конвенція про захист прав людини і основоположних свобод, ратифікована Законом України № 475/97-ВР від 17.07.97 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995_004
6. Конституція України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>
7. Рішення Європейського суду з прав людини по справі «Веніамін Тимошенко та інші проти України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/974_a44
8. Авіаційники виборили право на страйк у Європейському суді з прав людини [Електронний ресурс] // Конфедерація вільних профспілок України. – Режим доступу: <http://kvpu.org.ua/uk/news/6/980-aviatsiinykyvyborolypravonastraikeyevropeiskomusudizpravliudyny>

Порушення прав дітей під час збройного конфлікту в Україні

Статтю присвячено проблемі порушення прав дітей під час збройного конфлікту в Україні. У статті проаналізовано реальний стан захисту прав дітей на тимчасово окупованих територіях сходу України та у зоні проведення АТО, вказані випадки їх порушення, висвітлені прогалини у національному законодавстві, що заважають забезпечити ефективний захист прав дитини.

Під час конфлікту на сході України були порушені практично всі права дітей, проголошені у міжнародних конвенціях. Тоді як відповідно до Факультативного протоколу до Конвенції ООН з прав дитини, до якого приєдналися Росія та Україна, держави мають вживати усіх заходів для недопущення участі дітей у збройних конфліктах [4].

У ЗМІ з'являються повідомлення про використання дітей у військовому конфлікті й пов'язаних з ним діях (допомога з облаштуванням блок-постів, виконання прохань військових, пов'язаних з несенням служби, та ін.).

Наприклад при Міністерстві оборони Росії у оборонно-спортивному таборі «Гвардієць» діти проходять збройну підготовку [10]. Також не можна залишити поза увагою той факт що керівництво "ДНР" намагається вирішити проблему гострого браку підготовлених "кадрів" в підрозділах "1-го АК ДНР" (ОК "Донецьк") за рахунок залучення дітей до збройного конфлікту, а саме керівництво "ДОСААФ ДНР" вводить "загальнореспубліканську програму" зі стрілецької підготовки молоді (дівчата і юнаки віком від 14 до 17 років). Програма включає теоретичну підготовку, вивчення ТТХ вогнепальної зброї, практичне навчання навичкам стрільби, це все являє собою брутальне порушення прав дитини [1,2]. Як наслідок діти стають диверсантами і жертвами незаконного утримання під вартою під час якого приховуються деталі щодо місця знаходження, здоров'я та умов, в яких перебувають діти, що зовсім не співвідноситься із загальним обов'язком надавати їм захист [10]. Відповідно до норм міжнародного гуманітарного права діти належать до категорії цивільних осіб, що перебувають під особливим захистом та мають право на повагу і захист за будь-яких обставин. Всі сторони конфлікту повинні утримуватися від використання дітей для безпосередньої участі у збройних діях. В іншому випадку, мають бути вжиті всі можливі заходи для забезпечення їхнього захисту, тому затримання неповнолітніх незаконними збройними угрупованнями на непідконтрольній уряду України території східних областей потребує ретельної уваги з боку міжнародних гуманітарних організацій та держав, для яких людина та її права залишаються найвищою цінністю.

Однак національне законодавство не передбачає кримінальної відповідальності за такі дії, а відповідний законопроект, як зазначено вище,

досі знаходиться на стадії розгляду. Єдиною нормою залишається ст. 30 Закону України «Про охорону дитинства» («Заборона участі дітей у воєнних діях і збройних конфліктах»), яка визначає, що участь дітей у воєнних діях і збройних конфліктах, створення дитячих воєнізованих організацій та формувань, пропаганда серед дітей війни і насильства забороняються. Проте Закон, на жаль, не може бути нормою прямої дії для притягнення винних до відповідальності. До того ж, він не є достатнім втіленням у національному праві норм Факультативного протоколу до Конвенції про права дитини щодо участі дітей у збройних конфліктах [3].

Перепорою до притягнення до відповідальності осіб, винних у втягуванні дітей у збройний конфлікт, є також гальмування ратифікації Україною Римського Статуту Міжнародного кримінального суду, що містить положення щодо визнання злочином протизаконних дій щодо дітей у ході військових конфліктів

У січні 2016 року Верховною Радою України був прийнятий Закон про внесення змін до деяких законів України, що стосуються посилення захисту дітей та підтримки сімей з дітьми, в якому було дано визначення дітей, які постраждали від воєнних дій і класифіковано дію - залучення дітей до воєнних дій. Внесеними змінами визначено, що «дитина, яка постраждала внаслідок воєнних дій і збройних конфліктів, - це дитина, яка внаслідок воєнних дій або збройного конфлікту отримала поранення, контузію, каліцтво, зазнала фізичне, психологічне насильство, була вивезена за межі України, залучалася до участі в військових формуваннях або незаконно утримувалася в полоні»[3].

Проте, Кримінальний Кодекс України не містить чіткого визначення терміну «втягнення дітей у збройні сили/угруповання» і не визнає кримінально караною діяльність з вербування, залучення та іншим формам використання дітей у збройних силах або збройних угрупованнях.

Залучення дітей у збройні сили і угруповання може призвести до травм, каліцтва, загибелі, стати причиною психологічної травми, розлуки з родиною, відсутності доступу до особистих документів, обмеження доступу до соціальних виплат і базових послуг, арешту і позбавлення волі, насильства (в тому числі сексуального), жорстокому поводженню, експлуатації дитячої праці та сексуальної експлуатації, а також підліткової криміналізації.

Крім недостатньої інформованості про правові норми й розуміння ризиків і наслідків, серйозним фактором ризику було виявлено відсутність необхідних заходів запобігання, виявлення і реагування на факти залучення дітей в збройний конфлікт, а також відсутність механізмів моніторингу та відповідальності - як в системі освіти, так і в силових структурах.

Невирішеними залишаються питання належної реєстрації народження та громадянства, забезпечення вільного пересування дітей, які перебувають у зоні проведення АТО або на непідконтрольних територіях. На жаль, судова влада при прийнятті рішень щодо встановлення юридичних фактів по дітях з зони АТО (народження, встановленні опіки, тощо) перевагу віддає застарілим нормативам та стандартам. Нині відомі випадки, коли діти, які народилися під час військового конфлікту в пологових будинках Донецька, не можуть отримати навіть свідоцтва про народження. Така сама проблема з отриманням

паспортів тими українцями із зони бойових дій, яким виповнилося 16 років. Близько 160 тисяч дітей (15% від усіх зареєстрованих) визнані внутрішньо переміщеними особами [6]. Дві третини евакуйованих з Донбасу дітей не визнані такими, і не отримують соціальної допомоги, в тому числі соціальних виплат від держави. У Донецькій та Луганській областях призупинені усиновлення, бо суди не працюють, а всиновлювати згідно із законом можна тільки там. Виникає і питання правових дій з умовно засудженими дітьми (їх понад 500 в Луганській та Донецькій областях) [5].

Кожна дитина має право на освіту, здоров'я, захист майнових та житлових прав і, перш за все, право на сімейне виховання, але, на жаль, факти дозволяють констатувати, що держава не в змозі забезпечити навіть мінімальний захист прав дітей на територіях, не підконтрольних Україні.

Відсутня процедура евакуації, що було наочно продемонстровано під час загострення військових дій в районі Дебальцево взимку 2015 р. Якщо станом на жовтень 2014 р. із закладів, розташованих в зоні проведення АТО, евакуювали понад 1600 дітей, то станом на липень 2015 р. залишалися ще не евакуйованими дитяче відділення Ровеньківського обласного будинку-інтернату для людей з інвалідністю (27 дітей) та Краснодонський обласний дитячий будинок-інтернат Луганської області (80 дітей)[8]. Особливу стурбованість України викликає ситуація щодо «відкритих» кордонів, через які без належних документів вивозяться діти в Російську Федерацію. Мова йде про дітей, яких один із батьків (батько чи мати) вивозять за межі України без згоди і відома другого з батьків. Такі дії кваліфікуються як міжнародне викрадення дітей. Розшукати і повернути таких дітей в Україну вкрай важко [8].

Ситуація на Сході країни виявилась універсальним маркером прогалин в законодавстві та практики його застосування щодо забезпечення прав та свобод дітей. Громадські та міжнародні організації постійно фіксують численні порушення законодавства щодо дотримання прав дітей

Микола Кулеба зазначив, що неможливо переоцінити вплив військового конфлікту на дітей. «Для багатьох дітей наслідками збройного конфлікту є втрата батьків, психологічні травми, стреси, розірвання сімей, переїзд, розірвання стосунків з друзями. Зараз кожна третя дитина потребує допомоги психолога. В цей же час, на тимчасово окупованій території Донецької і Луганської областей продовжує проживати близько 600 тисяч дітей. На жаль, досить часто ці діти стають жертвами маніпуляцій, опиняються втягнутими у воєнні дії, що протирічить законодавству та моральним принципам». Микола Кулеба також акцентував увагу на незаконності рішень самопроголошених органів влади тимчасово окупованих територій щодо усиновлення дітей, відібрання їх у батьків, передачу дітей на виховання під опіку, піклування іншим особам, позбавлення батьківських прав тощо [7].

Висновки

Отже, на тимчасово окупованих територіях мають місце факти грубого порушення законодавства України у сфері захисту прав дитини та основоположних принципів Конвенції ООН про права дитини, зокрема права дитини на життя, здоров'я, вільний розвиток. Таким чином, у ході військового конфлікту в Україні були порушені права дитини на життя, освіту, медичну допомогу, піклування, захист, соціальне забезпечення, на захист від експлуатації, розвиток, належне харчування і найголовніше було порушено право дитини не бути жертвою війни. Однак, в національному законодавстві, на відміну від міжнародних правових норм, немає чіткого визначення поняття «залучення дитини у збройний конфлікт», що згідно з прийнятим у міжнародному праві визначенням не обмежено прямою участю у бойових діях, а відноситься до будь-якого використання дітей збройними силами або угрупованнями. У Кримінальному Кодексі України також немає визначення залучення дитини у збройний конфлікт, як кримінального злочину, що потребує прийняття відповідних змін до національного законодавства.

Окрім вищезазначених ситуацій, служби у справах дітей не ефективні, не укомплектовані, характеризуються плінністю кадрів, замало підвищують власну кваліфікацію. Відсутній механізм покарання винних щодо експлуатації дітей під час конфлікту.

Таким чином, фактично можна констатувати, що система захисту прав дітей в умовах збройного конфлікту в Україні не працює, а законодавство України на данному етапі не готове вирішувати проблему порушення прав дітей на непідконтрольних їй територіях.

Список літератури

1. У Донецьку вчать стріляти підлітків від 14 років -«Інформаційний Спротив» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://humanrights.org.ua/material/u_donecku_vchat_striljati_pidlitktiv_vid_14_rokiv_informacijnij_sprotiv
2. Проблема «кадрів»: У «ДНР» вчать стріляти дівчат і юнаків від 14 до 17 років. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://socportal.info/2016/07/09/problema-kadriv-u-dnr-vchat-strilyati-divchat-i-yunakiv-vid-14-do-17-rokiv.html>
3. Закон України про охорону дитинства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2402-14>
4. Права, визначені Конвенцією ООН про права дитини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://obljustif.gov.ua/rogatun/61624-2>
5. Порушення прав дітей у самопроголошених республіках на сході України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mtot.gov.ua/porushennya-prav-ditej-u-samoprogholoshenyh-respublikah-na-shodi-ukrayiny>
6. Павленко Ю.А. Діти, які народилися в Донецьку під час конфлікту, не можуть отримати навіть свідоцтва про народження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukr.segodnya.ua/regions/donetsk/deti-rodivshiesya-v->

donecke-vo-vremya-konflikta-ne-mogut-poluchit-dazhe-svidetelstva-o-rozhdenii-yuriy-pavlenko-619738.html

7. Микола Кулеба поінформував делегації Європейського Союзу про порушення прав дітей на тимчасово окупованих територіях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/news/mikola-kuleba-poinformuvav-delegaciyi-vevropejskogo-soyuzu-p-37689>

8. Лактіонова Г. М. Права дитини: від витоків до сьогодення: Зб. текстів, метод. та інформ. матеріалів: Метод. вид. / Г. М. Лактіонова, Л. В. Пироженко, О. В. Сухомлинська. – К.: Либідь, 2002. – 280 с.

9. Дотримання прав дитини в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://komsport.rada.gov.ua/komsport/control/uk/doccatalog/list?currDir=5040>

10. Inside Russia's Military Training Schools for Teens [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://time.com/4516808/inside-russias-military-training-schools-for-teens>

Поняття та структурні елементи економічної безпеки авіаційних підприємств

Розглядається проблема визначення дефініції економічної безпеки транспортних підприємств авіаційної галузі. Структуровані напрями діяльності авіаційних підприємств щодо забезпечення власної економічної стійкості. Визначено методи забезпечення економічної безпеки. Подані авторські дефініції категорій розвиток і стійкість в аспекті забезпечення економічної безпеки авіаційних підприємств.

У Повітряному кодексі України визначено, що частиною авіації є категорія безпеки. Але найменш досліджуваною проблемою залишається проблема економічної безпеки транспортних, в тому числі авіаційних підприємств.

Характеризуючи специфіку, виявляючи сутнісні характеристики економічної безпеки, передусім варто акцентувати увагу на її «включеності» у загальну систему національної безпеки. Національна безпека вбирає в себе всю сукупність превентивних заходів економічного, технологічного, військово-політичного, правоохоронного, дипломатичного та іншого характеру, що розроблені стосовно тих чи тих загроз, як з урахуванням поточного часу, так і в розрахунку на перспективу.

Об'єктами економічної безпеки виступають як економічна система загалом, так і її різні складові: природні багатства, виробничі й невиробничі фонди, нерухомість, фінансові ресурси, господарські структури, сім'я, окрема особистість тощо.

Суб'єктами економічної безпеки виступають держава та її інститути (міністерства, відомства, податкові й митні органи, біржі, фонди і страхові компанії), а також підприємства, установи й організації як державного, так і приватного сектора економіки.

Економічній безпеці притаманний інтегральний характер, оскільки вона є результатом спільних зусиль нації, що проявляється через дії всіх гілок влади на всіх рівнях (від всеукраїнського до місцевого), наявних у державі сил і засобів, об'єднань громадян та окремих осіб.

На сьогодні існують певні протиріччя між окремим громадянином та державою у сфері забезпечення ними своєї економічної безпеки. Адже держава виступає лише гарантом економічної безпеки своїх громадян, але й сама може бути для них джерелом загроз (знецінення грошових заощаджень, затримки з виплатою заробітної плати та інших соціальних виплат, непомірні податки тощо). Коли держава створює для своїх громадян загрозу, що значно перевищує ту небезпеку, від якої вона їх захищає, то така держава навряд чи

викликати у громадян повагу. Більше того, вона не зможе бути виразником національних економічних інтересів.

Предметом державної діяльності у сфері економічної безпеки є таке:

- моніторинг факторів, що підривають стійкість соціально економічної системи держави у короткостроковій та довгостроковій перспективі, тобто виявлення і прогнозування загроз.

- розроблення конкретних заходів, реалізацій економічної політики та інституціональних перетворень, що усувають або пом'якшують шкідливий вплив виявлених факторів і загроз у рамках єдиної програми економічних реформ країни.

Необхідним елементом державної діяльності є державно-правовий захист економіки – обґрунтована на пізнанні законів суспільного розвитку структурно-інтегрована система заходів, які вживаються компетентними державами органами для охорони інтересів суб'єктів економічної діяльності й забезпечення розвитку ринкової економіки.

Об'єктом державно-правового захисту виступають відносини суб'єктів економічної діяльності, що виникають у процесі реалізації ними своїх законних прав, з урахуванням покладених на них обов'язків – законними шляхами сприяти послідовному розвитку соціальної та інших галузей життєдіяльності громадян України під час інтеграції країни у світову економічну систему.

Водночас проблема забезпечення економічної безпеки багатомірна і багатоаспектна. На особливу увагу заслуговують питання криміналізації життєво важливих сфер економіки. Результати кримінологічних досліджень свідчать про високий ступінь проникнення злочинності у сферу суспільно-економічних відносин. Економічна злочинність досягла такого рівня, що є реальною загрозою національній безпеці. Це один із наслідків втрати контролю над виконанням законів у країні. Тому особливої гостроти набувають проблеми організації правоохоронної діяльності у сфері забезпечення економічної безпеки. За умов системної кризи повинна бути вироблена адекватна сучасному стану розвитку суспільства державна правоохоронна політика, а також відповідні засоби і форми правоохоронної діяльності. Очевидно, що ці заходи мають бути складовими ланками загального ланцюга посилення регулятивної ролі держави.

Сутність економічної безпеки полягає у забезпеченні економічного розвитку України з метою задоволення соціальних і економічних потреб громадян при оптимальних витратах праці і природоохоронному використанні сировинних ресурсів та навколишнього середовища.

Висновки

Таким чином визначаємо, що економічна безпека – це система забезпечення стійкості національної економіки, суб'єктів транспортної діяльності, авіаційних підприємств, що зберігає свою цілісність і здатність до саморозвитку, незважаючи на несприятливі зовнішні і внутрішні загрози.

Для більш глибокого розуміння сутності економічної безпеки важливо усвідомити її зв'язок з поняттям «розвиток» та «стійкість».

Розвиток – один з компонентів економічної безпеки. Якщо економіка не розвивається, різко скорочується можливість виживання, можливість опору і пристосованості до внутрішніх і зовнішніх загроз. Розвиток економічної системи зазвичай пов'язується з економічним зростанням, а його темпи розглядаються як характеристики цього зростання. При спаді показників говорять не стільки про негативне економічне зростання, скільки про деградацію економічної системи.

Акцент на стійкість не випадковий. Адже саме стійкість економічної системи пов'язана з її здатністю зберігати динамічну рівновагу, успішно адаптуватися за допомогою політичних, правових та інших механізмів до умов, що змінюються, зокрема ефективно долати кризові явища.

Стойкість – найважливіша характеристика економіки як єдиної системи. Стойкість економіки відображає міцність і надійність її елементів, вертикальних і горизонтальних зв'язків усередині системи, здатність витримувати внутрішні і зовнішні «навантаження». Якщо система втрачає стійкість, то говорять про її руйнування, катастрофу.

Економічна безпека підтримується як суто економічними методами, так і засобами неекономічного характеру: політичними, військовими та іншими, включаючи захист державних таємниць. Крім того, економічне оцінювання наслідків загроз безпеки у будь-яких сферах, як правило, забезпечує універсальний підхід, даючи можливість кількісно оцінити збитки, і на цій основі визначити систему пріоритетів.

Основні напрямки вдосконалення діяльності аеропортів в Україні в контексті єдиного повітряного простору

У 2007 році між Європейським Союзом та Україною розпочався переговорний процес щодо укладення Угоди про Спільний авіаційний простір. Такий стратегічний курс спонукає Україну вирішити цілу низку питань щодо підвищення рівня власної авіаційної галузі до належного конкурентоспроможного рівня. Серед таких питань є вдосконалення сфери наземного обслуговування авіації, що здійснюється аеропортами.

Авіація в Європі є світовим лідером і як сектор європейської економіки демонструє одні з найкращих показників. 900 мільйонів авіапасажирів подорожують щороку в межах європейського Союзу (ЄС) та з нього, складаючи одну третину світового ринку [1].

Особливістю правового регулювання ЄС у сфері авіаперевезень, в тому числі діяльності аеропортів, є те, що значною мірою воно базується на регламентах, які забезпечують уніфікацію законодавств держав-членів [2].

Природно, що аеропорти грають центральну роль у зв'язку, що надається авіакомпаніями для пасажирів і вантажів клієнтів в ЄС, і за його межами. У 2015 році Міжнародна рада аеропортів оцінила загальний економічний вплив аеропортів і заходів, пов'язаних з авіацією в 338 млрд. євро на всій території ЄС [3].

Для великих аеропортів подолання проблем, таких як потужність і перевантаженість через більш ефективне управління повітряним рухом має вирішальне значення для задоволення зростаючого попиту на польоти. Спроможність аеропортів в Європі – різна: деякі аеропорти пропонують сотні напрямків, а невеликі регіональні аеропорти – лише кілька маршрутів. Географія не є єдиним чинником, який визначає місце розташування успішних міжнародних вузлових аеропортів і авіакомпаній. Наявність відповідної інфраструктури, трудових ресурсів і податкових режимів, а також історичних, культурних і торгових зв'язків також відіграють свою роль. Доступність конкурентоспроможних послуг аеропорту, включаючи злітно-посадкові смуги, пасажирські термінали і наземне обслуговування, має вирішальне значення для подальшого успіху авіаційної галузі.

Формування єдиного європейського авіаційного простору, яке об'єднає досить різні за рівнем розвитку та умовами функціонування повітряні території (майже 60 європейських держав з населенням понад 800 млн. чол.) – пріоритетна мета зовнішньої політики ЄС у галузі авіації. Важливим етапом її реалізації стало підписання в 2006 році всеохоплюючої багатосторонньої авіаційної угоди про створення єдиного авіаційного простору в Європі (ЕСАА) між ЄС та його країнами – членами і десятьма сусідніми державами [4].

Україна неодноразово заявляла про своє бажання долучитися до ініціативи Єдиного неба Європи. Переговори щодо укладення угоди між Україною та ЄС про єдиний авіаційний простір почалися ще в 2007 році. Основна ідея угоди полягає в зміні українських правил безпеки в авіації відповідно до європейських стандартів.

Одним із пріоритетним напрямків вдосконалення авіаційної галузі в частині діяльності аеропортів в Україні з метою наближення її стану до європейських стандартів є:

- поліпшення інфраструктури аеропортів;
- підвищення рівня забезпечення авіабезпеки;
- регулювання тарифів на послуги наземного обслуговування авіації;
- постійне підвищення рівня надання послуг з ремонту та технічного обслуговування повітряних суден;
- створення ефективних умов для продажу і маркетингу послуг повітряного транспорту;
- належне правове регулювання функціонування і захисту комп'ютерної системи бронювання, ((CRS) computer reservation system).

Підписання угоди між Україною та ЄС про єдиний авіаційний простір у майбутньому матиме позитивні наслідки для України, у разі ґрунтовних суттєвих системних змін у галузевому законодавстві, зокрема, щодо правового регулювання різних аспектів аеропортової діяльності.

Список літератури

1. Policy options for the modulation of charges in the Single European Sky: Final report / EUROPEAN COMMISSION Directorate General for Mobility and Transport – April 2015. Режим доступу: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/air/studies/doc/ses/2015-04-policy-options-modulation-charges-in-ses.pdf>.

2. Татам А. Право Європейського Союзу: підруч.: пер.з англ. / А. Татам; ред.: В. І. Муравйов. – К.: Абрис; Будапешт: COLPI/OSI, 1998. – 423 с.

3. Robert Piers, Martin Hawley, Bart Klein Obbink, Job Smeltink, Alfred Roelen, Rachel, Beerman, Niels van Wanrooij. Support study for an ex-post evaluation of the SES performance and charging schemes: Final Report Режим доступу: <http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/support-study-ex-post-evaluation-ses-performance-charging-schemes-final-report.pdf>

4. Слипченко А. В. Программа «Единое европейское небо» как фактор углубления сотрудничества между Украиной и Европейским Союзом [Текст] // Юридические науки: проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч. конф. (г. Пермь, март 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 146-149.

*В.С. Волостных, аспирант
(Академия управления при Президенте Республики Беларусь,
Республика Беларусь)*

МАС «Восток»: международно-правовая интеграция стран СНГ в области аэронавигационного обслуживания и предоставления аэронавигационной информации

В статье рассматривается интеграция стран СНГ в области аэронавигационного обслуживания и предоставления аэронавигационной информации путем создания Международной аэронавигационной службы «Восток» (МАС «Восток»).

Транспортная система – одна из составляющих успеха и неперенных атрибутов современного государства, одно из условий успешного функционирования экономики и, ее составляющей – внешнеэкономической деятельности, к которой должны предъявляться высокие требования в отношении качества, регулярности и надежности транспортных связей, сохранности грузов и безопасности перевозки пассажиров и грузов, сроков и стоимости доставки.

В состав транспортного комплекса входит воздушный транспорт, обладающий высокой скоростью, мобильностью, возможностью доставки пассажиров и грузов практически в любую географическую точку. Развитие воздушного транспорта как наиболее мобильной составляющей транспортной инфраструктуры современного государства имеет исключительное значение, а установление прямых экономических связей с зарубежными партнерами повышает потребность предприятий республики в самом быстром виде транспорта.

Высокие темпы роста авиационных сообщений ведущих мировых авиакомпаний объясняются устойчивым положением предприятий и граждан, а также тем, что постоянно разрабатываются различные комплексы мероприятий в борьбе за рынки внутренних и международных авиaperевозок, принимаются меры по повышению уровня сервиса, сокращению времени обработки грузов, ускорению их доставки.

Процесс вхождения Республики Беларусь в мировую экономическую систему ведёт к росту товарообменных операций между сотрудничающими странами. А геополитическое расположение Республики Беларусь позволяет ей быть выгодным мостом для транзитных перевозок товаров и пассажиров между государствами Европы, Азии и Ближнего Востока.

Количество транзитных полетов над Республикой Беларусь с каждым годом увеличивается, а как следствие, вырастает интенсивность воздушного движения и рабочая нагрузка на предприятия занимающиеся аэронавигационным обслуживанием воздушного движения.

Для совершенствования процессов аэронавигационного обслуживания, их унификации, для создания бесшовного воздушного пространства между

странами СНГ (в частности между странами Евразийского Союза), а также в целях обеспечения безопасности полетов было инициировано создание Международной аэронавигационной службы (МАС) «Восток». Катализатором процесса создания Международной аэронавигационной службы «Восток» стала текущая политическая и экономическая конъюнктура.

Еще один из факторов подталкивающий авиационные власти стран СНГ на активную работу по созданию МАС «Восток» – гражданская война в Украине и введение ряда санкций для авиаперевозчиков, а как следствие этого – уменьшение потока воздушного движения по этим направлениям. Сеть трасс, по которым летают воздушные суда в Европе и Азии, претерпела значительные изменения. Эти изменения не смогли негативно повлиять и на воздушное пространство Республики Беларусь.

Все вышеперечисленные факты подтолкнули к пересмотру сложившейся структуры воздушного пространства над Евразией и поиску новых способов организации авиационного движения. Речь идет о принципиально ином, более эффективном и безопасном распределении и планировании транспортных потоков в небе.

Целью деятельности МАС «Восток» станет проведение скоординированной политики в области организационного, нормативно-правового, функционально-технологического и информационно-технического обеспечения функционирования национальных систем организации воздушного движения, в интересах государств, авиационные администрации которых заключили Соглашение по МАС «Восток», в том числе, при реализации Концепции систем связи, навигации, наблюдения/организации воздушного движения (CNS/ATM) ИКАО и иных международных соглашений.

Создание Международной аэронавигационной службы «Восток» направлено, в том числе, на повышение безопасности и регулярности полетов воздушных судов, обеспечение стратегического и предтактического планирования, координацию совместных действий по совершенствованию и модернизации средств и систем автоматизации организации потоков воздушного движения.

На данном этапе создания Международной аэронавигационной системы определены задачи, которые предстоит решать организации:

- гармонизация нормативно-правового обеспечения функционирования национальных систем организации воздушного движения;

- разработка единого расписания международных полетов воздушных судов в регионе ответственности МАС «Восток»;

- разработка предложений по международным воздушным трассам, проходящим через регион ответственности МАС «Восток»;

- проведение согласованной политики при осуществлении взаимодействия с другими международными организациями гражданской авиации;

- осуществление единой технической политики в области автоматизации процессов планирования потоков воздушного движения;

сотрудничество с другими организациями, преследующими аналогичские задачи и цели.

Также координационным советом (КС «Евразия») приняты следующие документы:

1. Договор об обеспечении функционирования МАС Восток;
2. Концепция обеспечения функционирования МАС Восток;
3. Соглашение по МАС Восток;
4. Задачи МАС Восток (1 этап).

В настоящее время автором проводятся исследования по вопросам гармонизации функционирования национальной системы организации воздушного движения. Активно идет подготовка предложений по совершенствованию нормативных правовых актов, регламентирующих основные направления деятельности Международной аэронавигационной системы «Восток».

Надеемся, что научные предложения, которые будут сформулированы автором, найдут свое применение в правоприменительной деятельности организаций, оказывающих аэронавигационное обслуживание полетов в Республике Беларусь и государствах-членах Евразийского экономического сообщества в рамках Международной аэронавигационной системы «Восток», ведь белорусская сторона, подписавшая договор об обеспечении функционирования МАС «Восток», проявила свою заинтересованность и поддержку в проведении такого рода исследований.

Реализация такого масштабного проекта положительно скажется на оптимизации воздушного трафика и увеличении пропускной способности стран-участниц, вырастут доходы от аэронавигационного обслуживания полетов. Создание единой интеграционной структуры в небе, благоприятно скажется на обороноспособности стран-участниц. А в совсем недалекой перспективе позволит их военно-воздушным силам и силам ПВО еще, и объединить свои потенциалы.

Список литературы

1. Турбан, Г.В. Международные транспортные услуги в Республике Беларусь: состояние и перспективы развития / Г.В. Турбан. – Минск, 2008. – 391 с.
2. Программа развития гражданской авиации Республики Беларусь на 2011-2015 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 марта 2009 г. № 404. – Минск, 2011. – 54 с.
3. Журнал Air Traffic Control №15 2015: К трассам – гибкий подход.
4. Конвенция о международной гражданской авиации [Электронный ресурс]: 30 марта 2000 г., Издание восьмое // ИКАО: офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/chicago. – Дата доступа: 27.03.2017.

С.Г. Головки, к.і.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Нормативно-правове забезпечення процесу інтеграції України до єдиного європейського авіаційного простору

У статті аналізується нормативно-правове забезпечення процесу інтеграції України до єдиного європейського авіаційного простору. Висвітлюються особливості законодавчого регулювання запровадження європейських стандартів ІКАО у вітчизняній авіаційній галузі як важливої умови приєднання до «європейського відкритого неба».

Важливим аспектом євроінтеграційного процесу України є приєднання нашої держави до «європейського відкритого неба» – спільного авіаційного простору. Підписання відповідної угоди з Європейським Союзом (ЄС) визначається одним із пріоритетів державної політики в галузі цивільної авіації у 2017 році.

За останні десять років у цьому напрямі зроблено важливі практичні кроки. У 2007 році Державна авіаційна адміністрація України уклала з Євроконтролем угоду щодо обміну інформацією з безпеки повітряних суден. Це дало можливість активізувати процес обговорення ключових питань міжнародної співпраці та підписати у 2009 році в Парижі Робочі домовленості щодо співробітництва Державної авіаційної адміністрації України та Європейським агентством з безпеки польотів (EASA). Ці домовленості передбачали розвиток співробітництва, зокрема, й щодо реалізації імплементаційних процедур запровадження європейських стандартів сертифікації приладів та обладнання, що використовуються в цивільній авіації, а також організацій, які реалізують державну політику в цій галузі. При цьому ключовою умовою підготовки угоди між Україною та ЄС щодо Спільного авіаційного простору залишалося максимальне наближення національного законодавства в галузі цивільної авіації до стандартів ЄС [1].

Важливим кроком приведення нормативно-правової бази вітчизняної галузі цивільної авіації до європейських стандартів, як умова формування «Європейського вільного неба», стало прийняття Державної програми авіаційної безпеки цивільної авіації. Її перша редакція введена в дію Законом України № 545-IV від 20.02.2003 р. [2]. Програма була розроблена відповідно до Конвенцій про міжнародну цивільну авіацію, боротьбу з незаконним захопленням повітряних суден, з незаконними актами, спрямованими проти безпеки цивільної авіації. Метою програми стало створення організаційно-правових засад щодо забезпечення авіаційної безпеки та ефективності діяльності цивільної авіації. Її основними завданнями визначено здійснення заходів із забезпечення захисту, охорони та безпеки пасажирів, членів екіпажу, авіаційного персоналу, повітряних суден, об'єктів аеропорту тощо. Важливою особливістю програми стало те, що її базові положення у цілому виходили з міжнародних стандартів. Зокрема, програма передбачала, що міжнародні

угоди про повітряне сполучення, укладені Україною з іншими державами, повинні містити вимоги з авіаційної безпеки відповідно до стандартів і рекомендацій Міжнародної організації цивільної авіації. Одним із пріоритетів діяльності спеціально уповноваженого органу з питань авіаційної безпеки цивільної авіації визначено співробітництво з міжнародними організаціями цивільної авіації за такими напрямками, як участь у розробленні проектів міжнародних конвенцій та багатосторонніх угод у сфері авіаційної безпеки, подання пропозицій щодо вдосконалення міжнародних нормативно-правових актів, що стосуються авіаційної безпеки, розроблення пропозицій щодо підвищення авіаційної безпеки, участь на постійній або тимчасовій основі в роботі органів міжнародних організацій цивільної авіації, до завдань яких віднесено питання забезпечення авіаційної безпеки, співпраця з міжнародними організаціями цивільної авіації.

Було здійснено важливі кроки щодо законодавчої підтримки забезпечення авіаційної безпеки. Прийнято Положення про порядок використання аеродромів України (2003 р.), Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку небезпечних предметів і речовин, заборонених до перевезення повітряним транспортом» (2007 р.). У 2009 році в Україні прийнято Концепцію Державної цільової програми безпеки польотів, в якій передбачено розроблення та реалізацію ефективних заходів для запровадження системи управління безпекою польотів згідно вимог ICAO та Євроконтролю. Важливим напрямом визначено розв'язання проблем безпеки польотів та підвищення привабливості українського повітряного транспорту, конкурентоспроможності вітчизняних експлуатантів повітряних суден. Державна цільова програма безпеки польотів передбачає забезпечення належного рівня безпеки польотів кожним суб'єктом авіаційної діяльності, зокрема експлуатантами повітряних суден та аеродромів, організацій з технічного обслуговування повітряних суден, провайдерами з аеронавігаційного обслуговування, навчальними закладами цивільної авіації, розробниками і виробниками повітряних суден. Згідно вимог ICAO та ЄЕС передбачається впровадження сучасних підходів до управління безпекою польотів через налагодження постійної роботи з виявлення та усунення ризиків, що дасть можливість забезпечити безпеку польотів під час експлуатації повітряних суден, аеродромів, сертифікації персоналу, обслуговування повітряного руху, забезпечення льотної придатності.

Необхідною умовою запровадження сучасного підходу до управління безпекою польотів визначено розроблення нових нормативно-правових актів, удосконалення державної політики в галузі регулювання повітряних перевезень. Реалізація цієї програми сприятиме підвищенню рівня безпеки польотів на 50%. Підвищення рівня безпеки польотів буде забезпечуватися шляхом упровадження всіма суб'єктами авіаційної діяльності системи управління безпекою польотів, поетапною модернізацією інфраструктури галузі цивільної авіації, оновлення парку цивільних повітряних суден та структури їх обслуговування, посилення контролю за дотриманням вимог безпеки польотів суб'єктами авіаційної діяльності. Згідно рекомендацій ICAO буде проведено оптимальне збалансування системи державного регулювання

щодо встановлення вимог до експлуатантів повітряних суден, аеропортів та підприємств, що надають авіаційні послуги.

Важливим кроком у розбудові сучасного, європеїзованого нормативно-правового забезпечення функціонування вітчизняної галузі цивільної авіації стало ухвалення в 2011 році Повітряного кодексу, який визначає особливості процедур використання повітряного простору України відповідно до міжнародних стандартів. Зокрема, нормативно-правовому регулюванню присвячена стаття 11 Кодексу. Її норми встановлюють, що авіаційні правила України можуть прийматися відповідно до структури документів Європейського Союзу. А нормативно-правове забезпечення цієї галузі розробляється відповідно до стандартів і рекомендованої практики Міжнародної організації цивільної авіації, нормативних актів Міжнародної асоціації повітряного транспорту, Європейської організації з безпеки аеронавігації (Євроконтролю), інших міжнародних авіаційних організацій та з урахуванням законодавства Європейського Союзу у галузі цивільної авіації. Кодексом передбачено, що всі технічні терміни і визначення, що вживаються в нормативно-правових актах, тлумачаться відповідно до визначень, що містяться у стандартах і рекомендованій практиці Міжнародної організації цивільної авіації, нормативних актах Міжнародної асоціації повітряного транспорту, Європейської організації з безпеки аеронавігації (Євроконтролю), а також з урахуванням законодавства Європейського Союзу у галузі цивільної авіації [3].

Законодавче закріплення європейського вектору розвитку цивільної авіації в Україні склало основу підготовки Угоди про спільний авіаційний простір, проект якої було парафровано в 2013 році. Згідно неї, Україна інкорпорує у своє законодавство та ефективно імплементує європейські вимоги та стандарти авіаційної галузі, співпрацює у галузі організації повітряного руху, забезпечує поширення «Єдиного європейського неба» на Україну задля підвищення чинних стандартів з безпеки польотів та загальної ефективності повітряного руху в Європі, оптимізації пропускної спроможності повітряного руху, зведення до мінімуму затримок та підвищення ефективності з точки зору охорони навколишнього середовища. Угода визначає залучення України як спостерігача в Комітеті єдиного Неба, а її компетентних підприємств або органів до координації програми SESAR (дослідної програми з організації повітряного руху в рамках технічної реалізації програми «Єдине європейське небо», метою якого є надання ЄС до 2020 року ефективної інфраструктури управління повітряним рухом, що сприятиме розвитку безпечного та екологічного повітряного транспорту). З метою сприяння застосуванню законодавства щодо «Єдиного європейського неба» в Україні заплановано вжиття заходів для приведення державних інституційних структур з організації повітряного руху у відповідність до європейських стандартів [4].

Процес запровадження європейських стандартів виявився досить тривалим і складним. Продовжувалася робота щодо гармонізації технічних стандартів із законодавством Євросоюзу. Упродовж 2015-2016 рр. було відмінено близько 15 тисяч державних стандартів СРСР та прийнято понад 4

тисячі сучасних технічних стандартів, які узгоджуються з міжнародними та європейськими вимогами. У січні 2015 році було прийнято закон про адаптацію українського законодавства до норм Європейського Союзу в галузі технічних регламентів і оцінки відповідності. Логічним кроком стало ухвалення Верховною Радою України 17 січня 2017 року проекту Закону «Про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації» [5]. Його особливістю є максимальне врахування стандартів ІКАО, що в найближчій перспективі дасть можливість укласти угоду про взаємне визнання сертифікатів стандартизації між Україною та Європейським союзом, а повітряним суднам вітчизняних підприємств отримувати його сертифікацію, що, в свою чергу, забезпечить інтеграцію вітчизняної авіаційної галузі до європейського та міжнародного транспортного простору. У стратегії ІКАО робиться акцент на зниження показника аварійності за рахунок поліпшення координації і уніфікації програм у галузі безпеки польотів. Інші ініціативи в галузі безпеки польотів торкаються удосконалення процедур звітності, що є опорою для регіональної системи управління безпекою польотів, створення Глобальної дорожньої карти забезпечення безпеки польотів, загальної методики модернізації авіаційної системи, глобальної концепції, яка розглядає траєкторії польоту в усій сукупності і об'єднує в єдине ціле повітряні, наземні і нормативні компоненти глобальної аеронавігаційної системи [6].

За останні роки ІКАО зробила вагомий внесок у створення системи підтримки авіаційних держав світу щодо забезпечення глобальної безпеки пасажирських та комерційних перевезень. На 39 сесії Асамблеї ІКАО, яка відбулася у Канаді 2016 року, розглядалися актуальні проблеми, що стосуються кібербезпеки, модернізації процесу управління авіаційних перевезень, новітніх технологій організації повітряного руху, лібералізації ринку авіаційних послуг та доступу до нього [7].

Приєднання України до угоди про Спільний авіаційний простір є надзвичайно важливою складовою розбудови вітчизняної галузі цивільної авіації. Гальмування цього процесу зумовлене об'єктивними внутрішніми та зовнішніми чинниками: якнайповніше інкорпорування технічних регламентів ЄС, необхідність осягнення

3

ЄС, відновлення перемовин з Іспанією та Великою Британією щодо виведення з під дії застосування Регламенту аеропорту Гібралтар. З огляду на це Міністерством інфраструктури спільно з Державіаслужбою створено робочу групу, до складу якої входять експерти, представники аеропортів та авіакомпаній, діяльність якої спрямовано на розроблення плану заходів із підготовки до запровадження Спільного авіаційного простору між Україною та ЄС у 2017 році. Передбачається удосконалення Повітряного кодексу України в частині прийняття авіаційних правил ЄС та спрощеного порядку ухвалення нормативно-правових актів у сфері цивільної авіації. Підписано Робочу домовленість між Державною авіаційною службою України та Європейською комісією щодо зближення систем сертифікації, яка визначає заходи на 5 років щодо підвищення безпеки польотів і посилення партнерства

з метою зближення систем сертифікації у сферах первинної льотної придатності та технічного обслуговування авіатехніки. Це має особливо важливе значення для визнання сертифікації продукції вітчизняних авіаційних підприємств, в першу чергу, державного підприємства «Антонов». Важливими практичними кроками розглядається залучення європейських авіакомпаній-лоукостів, лібералізація авіаперевезень та відкриття ринків Європи, зняття обмежень щодо кількості перевізників та географії польотів, розвиток ринку вантажних авіаперевезень, запровадження інвестиційних та логістичних проєктів, наприклад, пілотний проєкт карго-терміналу в міжнародному аеропорту Бориспіль [8].

Перспективою приєднання України до Спільного авіаційного простору Європейського Союзу стане якісне удосконалення організаційної та технічної складових вітчизняної галузі цивільної авіації, підвищення рівня авіаційної безпеки, розширення спектру послуг на ринку авіаційних перевезень.

Список літератури

1. Беглий О.В. Правове забезпечення діяльності авіакосмічної галузі України: стан і перспективи удосконалення / О.В. Беглий, З.І. Боярська, Є.К. Сряшов // Наукові праці Національного авіаційного університету. Серія: Юридичний вісник «Повітряне і космічне право»: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2012. – № 1 (22). – С. 5-9.
2. Про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації: Закон України № 545-IV від 20.02.2003 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/545-15/page2>.
3. Повітряний кодекс України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3393-17?nreg=3393-17>.
4. Угода між Україною та Європейським Союзом і його державами-членами про Спільний авіаційний простір: проєкт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://avia.gov.ua/uploads/documents/9283.pdf>.
5. Про прийняття за основу проєкту Закону України про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації: Постанова Верховної Ради України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1813-19>.
6. Годовой доклад Совета 2011. Документация к сессии Ассамблеи в 2013 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.icao.int/publications/Documents/9975_ru.pdf.
7. 39-сессия Ассамблеи ИКАО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.icao.int/Meetings/a39/Pages/RU/default_RU.aspx.
8. Довгань В. 5 кроків до відкритого неба з ЄС. Як змусити запрацювати заблоковану угоду / В. Довгань [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eurointegration.com.ua/experts/2017/01/19/7060353/view_print.

Діяльність суб'єктів авіаційної галузі з використання повітряного простору

На підставі аналізу статистичних показників та нормативного матеріалу визначено сучасний стан діяльності суб'єктів авіаційної галузі, пов'язаної з використанням повітряного простору. Визначено державні пріоритети у використанні повітряного простору України.

Основною функцією авіаційної галузі є здійснення авіаційних перевезень, які безпосередньо пов'язані з використанням повітряного простору. Упродовж 2016 р. на ринку пасажирських та вантажних авіаперевезень України працювало 29 вітчизняних авіакомпаній і було виконано 79,5 тис. комерційних рейсів (за 2015 рік – 66,3 тис. рейсів). Кількість перевезених пасажирів збільшилась порівняно з попереднім роком на 31,3% та склала 8277, 9 тис. чоловік. Обсяги перевезень вантажів та пошти зросли на 5,2% та склали 74,3 тис. тонн. Пасажиропотоки через аеропорти України зросли на 20,9 % та становили 12929,9 тис. чоловік [1].

За прогнозом Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) у період з 2012 р. по 2023 р. збільшення перевезень відбудеться в середньому на 4-5%. Дані Міжнародної асоціації повітряного транспорту (ІАТА) свідчать, що авіакомпанії світу збільшили за останні роки пасажирообіг, це перевищує середні темпи приросту показника за останнє десятиліття на 5,6% [2].

Однак в цілому в Україні спостерігаються негативні тенденції стабільного падіння попиту на авіаційні перевезення. Вітчизняні та іноземні авіакомпанії скорочують кількість рейсів на певних маршрутах або взагалі скасовують їх, істотно зменшується кількість рейсів у повітряному просторі України. Це зумовлено різними факторами: 1) економічний, спостерігається погіршення купівельної спроможності населення; 2) політичний, через анексію Російською Федерацією, аеропорти Криму опинилися поза межами фактичного контролю з боку України, не працюють аеропорти Донецька, Луганська. Кількість обслуговуваних польотів, виконаних літаками та вертольотами авіакомпаній України збільшилась на 17,6%, іноземними авіакомпаніями - скоротилась на 19,9%. Це зумовлено зменшенням транзитних потоків через закриття частини повітряного простору України над зоною проведення АТО та над тимчасово окупованим півостровом; 3) техногенний, наприклад, така подія, як катастрофа Боїнга 777 Малайзійських авіаліній [2].

До суб'єктів авіаційної галузі, що здійснюють державне регулювання та діяльність з використання повітряного простору у межах своїх повноважень належать: 1) Міністерство інфраструктури України (центральный орган виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері транспорту); 2) Державна авіаційна служба України (Державіаслужба України) (уповноважений орган з питань цивільної авіації), 3) Національне бюро з

розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами (спеціалізована експертна установа з розслідування авіаційних подій та фактів порушення порядку використання повітряного простору України), 4) ДП ОПР «Укразерорух» у складі підрозділів: Український центр планування використання повітряного простору України та регулювання повітряного руху (Укразероцентр) [3], що є головним оперативним підрозділом системи; регіональні структурні підрозділи, до складу яких входять районні та допоміжні районні центри обслуговування повітряного руху; служба аеронавігаційної інформації; центр підвищення кваліфікації; лікарсько-льотна сертифікаційна комісія (ЛЛСК); 5) відповідні підрозділи об'єднаної цивільно - військової системи організації повітряного руху, що створені на базі Укразероруху згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 19 липня 1999 р. № 1281 «Про створення об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України».

В ПКУ ст. 28 [4] визначено, що об'єднана цивільно-військова система організації повітряного руху забезпечує виконання завдань щодо організації використання повітряного простору України, безпечного і регулярного повітряного руху в повітряному просторі України та в повітряному просторі над відкритим морем, де відповідальність за обслуговування повітряного руху міжнародними договорами України покладена на Україну [4]. Правила використання повітряного простору та правила польотів у повітряному просторі України, розробляються спільно Державіаслужбою і Генеральним штабом Збройних Сил України та затверджуються спільно Міністерством інфраструктури та Міністерством оборони України.

Діяльність суб'єктів авіаційної галузі щодо порядку використання повітряного простору України визначається національними та міжнародними нормативно – правовими актами. Серед них можна визначити: Конвенція про міжнародну цивільну авіацію від 07.12.1944 р., Угода про використання повітряного простору від 15.05.1992 р., Повітряний кодекс України (ПКУ) від 19.05.2011 р., Положення про використання повітряного простору України від 29.03.2002 р. № 401, Державна цільова програма розвитку аеропортів на період до 2023 року від 24.02.2016 р. № 126, Наказ Міністерства інфраструктури України від 28.10.2011 р. «Про затвердження Правил польотів цивільних повітряних суден у повітряному просторі України», Наказ Мінтрансу України від 16.04.2003 р., № 293 «Про затвердження Правил польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України» (зі змінами), Наказ Мінтрансу України від 23.06.2010 р. № 383 «Про затвердження Правил обслуговування повітряного руху на цивільних аеродромах України», Наказ Мінтрансу України від 29.09.2010 р. № 714 «Про затвердження Правил ешелонування під час обслуговування повітряного руху», Наказ Міністерства інфраструктури України від 07.11.2011 р. «Про затвердження Правил обслуговування повітряного руху з використанням систем спостереження».

Питання використання повітряного руху регулюють і стандарти Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО), а саме: DOC 4444. Організація повітряного руху, Doc 9426-AN/924. Керівництво з планування

обслуговування повітряного руху; Дос 9432-AN/925. Керівництво по радіотелефонного зв'язку; Дос 9476-AN/927. Керівництво по системам управління наземним рухом та контролю за ним, Глобальний аеронавігаційний план на 2013-2028 рр., який визначає методику планування, орієнтовану на глобальну гармонізацію національних систем організації повітряного руху (ОРПР) та їх світову інтеграцію.

Функціонування авіаційно-транспортної системи та її стратегічний розвиток багато в чому залежить від організації повітряного руху (ОРПР), її функції не обмежуються лише завданнями ЦА, а охоплюють військову авіацію, обслуговування авіації загального призначення і безпілотних літальних апаратів. ОРПР складається з (УПР), управління потоками повітряного руху (ATFM) та організації використання повітряного простору (ASM). При розрахунку пропускної спроможності аеропорту за літаковильотами і пасажиро- і вантажопотоками, а також при визначенні здатності аеропортів приймати ПС певного типу враховуються вихідні параметри системи ОРПР.

У ст. 23 ПКУ [4] організацію використання повітряного простору визначено як комплекс заходів, який вживається для забезпечення безпечного, економічного та регулярного повітряного руху, а також будь-якої іншої діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору України. До таких заходів слід віднести: 1) визначення структури та класифікації повітряного простору України; 2) планування та координацію діяльності з використання повітряного простору України відповідно до державних пріоритетів; 3) забезпечення дозвільного порядку використання повітряного простору України та/або забезпечення інформацією щодо використання повітряного простору України; 4) організацію повітряного руху, що включає: а) обслуговування повітряного руху; б) управління використанням повітряного простору України; в) організацію потоків повітряного руху; 5) забезпечення контролю за дотриманням порядку та правил використання повітряного простору України у певних районах; 6) обслуговування аеронавігаційною інформацією; 7) аварійне сповіщення; 8) метеорологічне обслуговування; 9) забезпечення зв'язку, навігації, спостереження.

Усі користувачі повітряного простору України мають рівні права щодо його використання, оскільки повітряний простір України є єдиним, без розподілу за відомчою належністю та доступним. Однак, у разі виникнення необхідності використання повітряного простору України одночасно двома або більше користувачами першочергове право на його використання надається користувачам згідно з державними пріоритетами, які визначені в ст. 24 ПК у такій послідовності: 1) відбиття повітряного нападу на територію України або запобігання та припинення порушень державного кордону і суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні; 2) припинення протиправних дій повітряного судна, яке може використовуватися для вчинення терористичних актів у повітряному просторі України; 3) польоти повітряних суден для проведення всіх видів рятувальних робіт, спрямованих на збереження життя та здоров'я людей; 4) надання допомоги у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та

природного характеру; 5) запобігання та припинення порушень порядку і правил використання повітряного простору України; 6) польоти повітряних суден, що виконуються з метою перевезення вищих посадових осіб України та інших держав; 7) польоти повітряних суден, які виконують спеціальні завдання в інтересах державної безпеки; 8) польоти, що виконуються відповідно до міжнародних договорів України; 9) виконання регулярних повітряних перевезень пасажирів, вантажів та пошти; 10) виконання нерегулярних повітряних перевезень пасажирів, вантажів та пошти; 11) провадження спеціальної діяльності, пов'язаної із здійсненням активного впливу на атмосферні процеси (боротьба з градом тощо); 12) виконання випробувальних польотів повітряних суден; 13) виконання польотів державних повітряних суден за планами навчально-бойової підготовки; 14) виконання польотів в інтересах національної економіки, проведення авіаційних робіт цивільними повітряними суднами; 15) навчальні і тренувальні польоти цивільної авіації; 16) навчальні стрільби та пуски ракет; 17) проведення вибухових робіт; 18) запуск метеорологічних радіозондів; 19) провадження іншої діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору України.

Використання повітряного простору суб'єктами авіаційної галузі має дозвільний порядок. Дозволи на використання повітряного простору надаються органами об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху відповідно до порядку, визначеного Положенням про використання повітряного простору України. Згідно із ст.30 ПКУ [4] використання повітряного простору України або його окремої частини може бути частково або повністю заборонено Державіаслужбою та органами об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху.

В Наказі Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації, Міністерства оборони України від 28.11.2005 р. № 897/703 «Про затвердження Правил надання експлуатантам дозволів на виліт з аеропортів України та приліт до аеропортів» визначено порядок отримання дозволів на виліт з аеропортів України та приліт до аеропортів України ПС, порядок контролю Державіаслужби України за виконанням вимог українськими та іноземними експлуатантами наданих дозволів під час здійснення міжнародних, внутрішніх та транзитних польотів в Україні.

Важливу роль в обслуговуванні повітряного руху (ОПР) та забезпеченні контролю за дотриманням порядку використання повітряного простору в районах польотної інформації, диспетчерських районах, диспетчерських зонах, у районах аеродромів цивільної авіації, на маршрутах ОПР здійснюється ДП ОПР «Украерорух» та відповідними підрозділами об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху, створеними на базі Украероруху. Так, за підсумками діяльності авіаційної галузі України за 2016 рік ДП ОПР «Украерорух» упродовж року обслуговував 214,3 тис. польотів проти 234,9 тисяч за 2015 рік. Кількість обслугованих польотів виконаних літаками та вертольотами авіакомпаній України збільшилась на 17,6% іноземними авіакомпаніями - скоротилась на 19,19% [1].

Однак, трапляються і порушення порядку використання повітряного простору України, під якими слід розуміти дії або бездіяльність юридичних чи фізичних осіб, що призвели до порушення вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів, які регулюють порядок використання повітряного простору України. Національне бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами (НБРЦА) Сектор аеронавігації та аеропортів разом із Сектором аналізу та попередження авіаційних подій здійснили аналіз порушень порядку використання повітряного простору України у 2013-2016 рр. та свідчить про 1941 таке порушення. Із них у 2013 р. – 35 порушень, у 2014 р. – 192, у 2015 р. – 34 та у 2016 р. – 106 [5].

Висновки

Діяльність суб'єктів авіаційної галузі, пов'язана зі здійсненням авіаційних перевезень в Україні, визначається державною політикою у сфері авіації та значною мірою залежить від використання повітряного простору. Враховуючи міжнародний характер повітряного руху та зниження показників кількості обслугованих польотів, виконаних літаками та вертольотами іноземними авіакомпаніями, постає необхідність підвищення рівня обслуговування та підвищення безпеки польотів відповідно до вимог ICAO, Євроконтролю та концепції CNS/ATM. Для України в галузі авіації на сьогодні актуальним залишається питання підписання угоди про спільний авіаційний простір (САП – двостороння угода між Євросоюзом і третіми країнами) для встановлення спільних стандартів безпеки та лібералізації ринкових відносин у сфері авіації.

Список літератури

1. Офіційний сайт Державної авіаційної служби України. Державна статистична звітність. Підсумки діяльності авіаційної галузі України за 2016 рік. – К.: Державіаслужба України, 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua/uploads/documents/11308.pdf>
2. Стратегічний план розвитку авіаційного транспорту на період до 2020 року: Наказ Міністерства інфраструктури України 21.12.2015 р. № 546 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mtu.gov.ua/>
3. Положення про Український центр планування використання повітряного простору України та регулювання повітряного руху: Наказ Міністерства інфраструктури України, Міністерства оборони України від 07.07.2016 р. № 232/348 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://minjust.gov.ua/ua/48565>
4. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 р. № 3393-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/>
5. Аналіз порушень порядку використання повітряного простору України у 2013-2016 роках (НБРЦА) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbaai.gov.ua/uploads/pdf/PPVPP_2013-2016.

Є.К. Єряшов, старший викладач
(Національний авіаційний університет, Україна)

Україна – ЄС: правовий аспект спільного авіаційного простору

Доповідь присвячена важливій складовій євроінтеграційного процесу України – приєднання до Спільного авіаційного простору. Складність переговорного процесу, певні політичні аспекти та розроблення значного масиву національного законодавства, аналогів авіаційного законодавства ЄС, вимоги та стандарти яких підлягають імплементації в національне законодавство України, відтермінують набуття Україною повноправного учасника САП.

Існування будь-якої сучасної держави Європейського континенту характеризується, в тому числі й наявністю розвинутої транспортної інфраструктури. Як елемент транспортної інфраструктури й складову Єдиної транспортної системи держави законодавством визначено, серед інших видів транспорту, й авіаційний. Вигідне географічне розташування України та наявні повітряні траси та коридори підтверджують, що повітряні перевезення та інша пов'язана з цим діяльність при достатньому рівні правового забезпечення може стати одним з чинників незворотнього європейського майбутнього.

За роки незалежності прийнято достатню кількість законів та підзаконних актів щодо адаптації національного законодавства до законодавства ЄС. Так, у 1994 році ратифіковано Законом № 237/94-ВР від 10.11.1994 р. Угода про партнерство і співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами (далі – УПС), статтями 51 та 64 якої приблизна адекватність законів матиме місце й у такій галузі, як авіатransпорт, а сторони розвивають та зміцнюють співробітництво в цій галузі. Відповідно до Закону України «Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» від 18.03.2004 р. № 1629, метою адаптації законодавства України до законодавства ЄС є досягнення відповідності правової системи України *acquis communautaire* з урахуванням критеріїв, що висуваються ЄС до держав, які мають намір вступити до нього. Причому перший етап Програми розрахований був на період до завершення дії УПС.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року» від 20.10.2010 р. № 2174-р Основними напрямками реалізації стратегії визначено інтеграцію вітчизняної транспортної системи до європейської та міжнародної транспортних систем шляхом гармонізації вітчизняного законодавства з транспортним законодавством ЄС та інтеграцію цивільної авіації до Спільного авіаційного простору [1].

Ще у 2013 році у м. Вільнюс глави Делегацій України та Європейського Союзу та його держав-членів зустрілися з метою парафування Угоди про Спільний авіаційний простір (далі – Угода). Метою цієї Угоди є

поступове формування спільного авіаційного простору між Україною та Європейським Союзом і його державами-членами, який ґрунтується на засадах взаємного та вільного доступу до ринків авіаперевезень, на рівних умовах конкуренції та заснованому на ідентичних правилах у сферах безпеки польотів, авіаційної безпеки, організації та управління повітряного руху, захисту навколишнього середовища, захисту прав споживачів, системи комп'ютерного бронювання, а також стосовно соціальних аспектів. З цією метою ця Угодою встановлено правові норми, технічні вимоги, адміністративні процедури, базові експлуатаційні стандарти та імплементаційні норми [2].

Основним елементом авіаційної галузі вважаються підприємства, що здійснюють повітряні перевезення пасажирів та їх багажу, вантажів та пошти. В сучасній практиці, організації авіаційних перевезень існує дві основні моделі державного регулювання авіакомпаній на авіалініях: консервативна модель «призначеного перевізника», сутність якої полягає в імперативному державному закріпленні за авіалінією конкретного, як правило одного, перевізника та вільна модель «відкритого неба» суть якої полягає в повній дозвільній свободі авіакомпаній виконувати будь-які рейси в будь-які аеропорти, а державна регуляторна участь в цих процесах обмежена. В цивілізованих країнах, особливо в Європі, влада набагато раніше зрозуміла шкоду та безперспективність моделі «призначеного перевізника» на переповненому ринку авіаперевезень, прийшовши до моделі «відкритого неба». Це перехід проходив майже синхронно з охопленими даний ринок процесами інтеграції та консолідації [3].

Але, на жаль, причиною відтермінування підписання Угоди про САП є відсутність консенсусу між Іспанією та Великою Британією в контексті застосування Угоди до аеропорту Гібралтар. Українська сторона вживає всіх можливих заходів щодо прискорення підписання Угоди про САП. Це по-перше. По-друге, з приходом на український ринок економічно потужних авіапідприємств та відносно дешевих повітряних перевезень вітчизняні перевізники можуть опинитися в досить скрутному економічному стані.

Також метою укладання Угоди між Україною та ЄС про САП є гармонізація законодавства в галузі цивільної авіації, сприяння промислового співробітництва та поступова лібералізація ринків. Укладання Угоди передбачає об'єднання авіатранспортних ринків України та ЄС, що сприятиме ефективнішому використанню ринку авіаперевезень та покращенню якості послуг, розвитку транзитного потенціалу України, інтегруванню України до Європейських авіаційних структур та зміцненню авторитету країни як авіаційної європейської держави.

У рамках положень Угоди про САП Державіаслужба за участю фахівців Міністерства інфраструктури України розпочала роботу з розроблення нормативно-правових актів, аналогів 101-го акта авіаційного законодавства ЄС, вимоги та стандарти яких підлягають імплементації в національне законодавство України. Докладний перелік таких вимог міститься у Додатку I до Угоди про САП. [4]

Важливим кроком влади стало підписання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами, яку ратифіковано Законом України № 1678-VII від 16.09.2014 р., а ч.2 ст. 479 цієї угоди про асоціацію замінює вищезгадану УПС.

Сферою застосування Угоди про асоціацію виключаються заходи щодо регулярних або нерегулярних внутрішніх та міжнародних повітряних перевезень, а також перевезень що безпосередньо пов'язані з реалізацією комерційних прав на перевезення (ст. 92).

З метою забезпечення скоординованого розвитку та прогресивної лібералізації повітряних перевезень між Сторонами відповідно до їхніх взаємних комерційних потреб, умов взаємного доступу на ринок повинні розглядатися відповідно до Угоди між Україною та Європейським Союзом про спільний авіаційний простір (ст. 137), яка ще не підписана. Разом з тим для здійснення власне перевезень має бути приведено у відповідність до законодавства ЄС правові аспекти діяльності елементів обслуговуючої інфраструктури (аеропорти, виробники авіаційної техніки, аеронавігаційна інфраструктура тощо).

Крім того, основний кодифікований акт України, що встановлює правові основи діяльності в галузі авіації – Повітряний кодекс України, відповідно до ст. 11 визначає, що Авіаційні правила України розробляються по-перше, з урахуванням законодавства Європейського Союзу у галузі цивільної авіації; по друге, усі технічні терміни і визначення, що вживаються в ПКУ та в нормативно-правових актах, прийнятих на його основі, тлумачаться також з урахуванням законодавства Європейського Союзу у галузі цивільної авіації; по-третє, Авіаційні правила України можуть прийматися відповідно до структури документів Європейського Союзу [5].

Висновки

Отже, проаналізувавши масив нормативно-правових актів, можна констатувати, що є достатня нормативно-правова база для потенційного набуття Україною повноправного членства в Спільному авіаційному просторі. Країна впевнено крокує шляхом лібералізації авіаційних перевезень, намагаючись розширити географію повітряних сполучень. Попри те, що підписання Угоди про САП затримується, реформування сектору й далі триватиме відповідно до принципів та умов, визначених цією Угодою.

Список літератури

1. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174-р // Офіційний вісник України. – 2010. – № 92. – Ст. 3280.
2. <http://www.avia.gov.ua/uploads/documents/9283.pdf>.
3. be5.biz>ekonomika1/r2011/1001.htm.
4. Про затвердження Стратегічного плану розвитку авіаційного транспорту на період до 2020 року: наказ Міністерства інфраструктури України від

21.12.2015 р. № 546 [Електронний ресурс]. – Офіційна Інтернет-сторінка Міністерства інфраструктури України. – Режим доступу до Інтернет-сторінки: <http://www.mtu.gov.ua/>.

5. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 р. № 3393-VI // Офіційний вісник України. – 2011. – № 46. – Ст. 1881

В.О. Зуєва, к.п.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Приєднання України до єдиного європейського авіаційного простору: проблеми та перспективи

Статтю присвячено вивченню проблем та перспектив приєднання України до створеної в Європі концепції об'єднаного повітряного простору «Єдине небо Європи». В пошуку шляхів вирішення зазначеної в темі проблеми автор звертається до аналізу діяльності міжнародних організацій, до компетенції яких входить контроль реалізації спільного авіаційного простору, а також думок аналітиків та експертів.

Народження ідеї «Єдиного неба Європи» датують 1999 роком, коли Єврокомісією було прийняте відповідне рішення про реформування системи авіаційного контролю. Саме тоді прийшли до висновку про те, що є нагальною необхідність організації повітряного простору в залежності від потоків повітряного руху.

До 2007 року між Україною та Євросоюзом було укладено декілька угод щодо використання повітряного простору та діяльності авіації. Але, якщо починати відлік щодо офіційних переговорів, то вони стартували в 2007 році і проводяться до сьогодні.

Угода про Спільний авіаційний простір або проект «Єдине небо Європи» спрямований на реорганізацію європейської системи управління повітряним рухом. Перспектива створення такого проекту передбачає вирішення завдань забезпечення потреб в підвищенні пропускної спроможності повітряного простору. Стрімко зростаючі потреби в підвищенні пропускної на певному етапі стали істотним чинником, що обмежує діяльність системи організації повітряного руху в Європі. Також ставилися завдання забезпечення безпеки польотів і охорони навколишнього середовища. «Єдине небо» покликане було створити організацію, в компетенцію якої буде входити регулювання аеронавігації в країнах Європи. Реалізовувати це завдання планувалося не на місцевому, а на регіональному рівні, з подальшою перспективою її розширення на території інших країн.

Концепція спільного авіаційного простору зумовлена численними документами, що були прийняті раніше та визначали певний функціональний режим повітряного простору. Наприклад, Конвенція про співпрацю в області аеронавігації та спільної організації та забезпечення обслуговування повітряного руху в верхньому повітряному просторі Західної Європи, яка була підписана в Брюсселі в 1960 році [2]. Аналогічний підхід можна простежити і в багатосторонньому правовому режимі, який застосовувався в Євросоюзі з 1993 року і передбачав зняття обмежень доступу на ринки авіаперевезень держав-учасників. Цей режим скасував обов'язковість отримання санкцій від країн-учасниць на здійснення повітряних перевезень в межах Євросоюзу. Однак, разом з тим слід зазначити, що при цьому польоти залишалися

міжнародними. Подальше прийняття в 2001 році Єврокомісією рішення про формування єдиного органу, що буде регулювати процес управління повітряним рухом в Євросоюзі, Норвегії та Швейцарії, стало своєрідним розвитком ідеї «єдиного неба» з подальшим залученням до процесу та інших країн [5]. Головною метою було створення принципово іншої організації повітряного простору, а також єдиного органу управління, який буде здійснювати регулювання повітряного сполучення по всьому континенту.

Головною причиною, що зумовила необхідність створення такої організації, став критичний стан повітряного простору Європи, який за оцінками експертів, є найбільш завантаженим у світі. Система, за допомогою якої здійснюється управління і регулювання морально застаріла. Головним її недоліком є те, що кордони авіазон вимушено збігаються з національними, частина територій зарезервована військовими. Така ситуація змушує створювати зигзагоподібні повітряні траси, які досить дорого обходяться європейським авіакомпаніям і призводять до складнощів при виникненні будь-якої нестандартної ситуації.

Передбачалося, що створення Європейської загальної авіаційної зони (ЕСАА) створить сприятливі умови для всіх користувачів повітряного простору [5]. Зазначений ефект мав реалізовуватися шляхом більш безпечного і продуктивного використання повітряного простору та управління повітряним рухом всередині і за межами Європейського Союзу.

В основі концепції Єдиного неба було покладено два нерозривно пов'язаних принципів. Перший передбачає уніфікацію стандартів і правил, що відносяться до наступних сфер взаємодії: безпека, конкуренція, соціальна політика і права пасажирів. Другий заснований на ідеї надання єдиних ринкових можливостей для розвитку авіаційної промисловості.

Основні завдання, які ставилися перед учасниками цього проекту полягали в наступному [1]:

1. Виведення функції управління повітряним рухом з-під юрисдикції національних органів.
2. Скасування його реалізації в рамках національних кордонів держав-членів спільного авіаційного простору.
3. Створення особливих - функціональних блоків повітряного простору, межі яких будуть відповідати завданням підвищення ефективності його використання.
4. Головною метою управління повітряним рухом залишається забезпечення безпеки авіаперевезень.

5. В управлінні буде приділятися особлива увага потребам учасників повітряного руху відповідно до обсягів авіаперевезень, що постійно зростають.

Вищенаведені завдання переслідують досягнення єдиної мети - створення такої наднаціональної системи управління повітряним рухом, яка буде брати до уваги необхідні для авіаперевізників маршрути і профілі їх руху. Планувалося, що реалізація задуманого дасть можливість не тільки підвищити безпеку і ефективність авіаперевезень, але і дозволить значно збільшити їх обсяг. Якщо це все зобразити в цифрах, то виходило, що створений авіаційний ринок охопить 35 країн, а сумарна чисельність населення яких становить 500

млн. осіб. З огляду на той факт, що в 2005 році ЄС включав 25 держав, новостворений авіаційний проект з сусідніми країнами планував охопити на 52 мільйонів осіб більше.

Весь п'ятнадцятирічний період розвитку Єдиного неба Європи можна умовно розділити на кілька етапів, кожен з яких знаменує собою перехід на новий рівень відносин між учасниками [6].

Першим і стартовим є 2001 рік, коли Єврокомісія прийняла пропозицію про створення єдиного неба, а також загального регулюючого органу, покликаного реалізувати управління повітряним рухом в Європі і приєдналися країн - Норвегії та Швейцарії [6].

2006 рік - наступний етап, який ознаменувався підписанням багатосторонньої угоди між ЄС, його державами-учасниками і десятима сусідніми країнами про створення спільної авіаційної зони в Європі (ECAA). Найбільш значущим з юридичної точки зору стало забезпечення можливості здійснювати польоти в будь-яку країну-учасницю угоди без обмежень щодо вибору маршруту і кількості (частоти) польотів, а також допуск до виконання таких польотів будь-який з авіакомпаній країн-учасниць угоди [6].

2008 рік увійшов в історію створення єдиного європейського неба як поглиблення законодавчого регулювання, засноване на введенні цілого пакет документів SES-II, які закріпили розмежування авіаційного простору в Європі на дев'ять зон контролю, або функціональних блоків повітряного простору (FABs). На підставі норм, прийнятих в згаданому пакеті документів Єдине європейське небо було структуровано в залежності від потоків повітряного руху, а не від національних кордонів, що дозволяє ефективно і гнучко використовувати повітряний простір, а також відповідно до вимог ICAO, розвивати тісне співробітництво між військовими і цивільними користувачами. Крім того, в 2008-му у проєкті з'явився технологічний компонент. Мова йде про програму досліджень по організації повітряного руху - Single European Sky ATM Research (SESAR), яка забезпечує широке використання новітніх технологій на основі узгодженого об'єднання всіх зусиль і ресурсів в Європі.

2010 рік ще раз наголосив на необхідності створення Єдиного неба Європи. 14 квітня відбулося друге виверження вулкана Ейяфьядлайекюдль, яке не тільки викинуло в атмосферу величезну кількість вулканічного попелу, а й показало практично повну неспроможність управління повітряним сполученням в Європі. Як відомо, відбулося масштабне порушення руху комерційних авіарейсів по всій території північної Європи. Виникла критична ситуація, яка ще раз продемонструвала нездатність реагувати на виклики природи і гостру потребу реорганізації управління авіаційним потоком на основі створення єдиного регулюючого органу управління повітряним рухом в Європі.

Новий етап розвитку Єдиного європейського неба стартував в 2012 році. Ідея «безшовної» (без урахування національних кордонів) системи аеронавігації збереглася. Положення проєкту підкреслюють необхідність його створення. Останнє дозволить випрямити повітряні траси і значно економити паливні ресурси. Роль керівника органу було покладено на EASA (Європейське

агентство з безпеки польотів), яке до цього часу займалося лише питаннями льотної придатності повітряних суден.

Для України визначальним кроком стало підписання 16 січня 2017 року Державіаслужбою України та Єврокомісією домовленості щодо зближення систем сертифікації.

Таким чином, узагальнюючи коло проблем, пов'язаних з проектом створення спільного авіаційного, слід зазначити, що як з боку ЄС, так і з боку України немає готовності підписати угоду. ЄС відсуває цей процес через те, що в самій Європі ряд проблем, серед яких: застарілі технології і низька продуктивність праці, невиконання країнами-учасницями умов підписаної угоди та інші. Однак справжні причини криються, скоріш за все, в тому, що далеко не всі авіакомпанії і провайдери бачать свої вигоди в створенні спільного авіаційного простору.

Щодо України слід зауважити, що підписання Угоди з ЄС мало б стати тим рушійним фактором, який дозволив би розкрити їй свої можливості на ринку авіапослуг. Однак такий сценарій можливий лише за умови серйозних змін в авіаційному законодавстві і розробці інтеграційного механізму, який дозволить зберегти вітчизняні авіакомпанії на ринку. У підсумку, слід зазначити, що як в Європі, так і в Україні, прагнення до створення єдиного європейського неба гальмуються зверху і пов'язані з небажанням монополістом авіаринку поступатися своїми позиціями наднаціональним органам.

Список літератури

1. Слипенченко А. В. Программа «Единое европейское небо» как фактор углубления сотрудничества между Украиной и Европейским Союзом [Текст] / А. В. Слипенченко // Юридические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч. конф. (г. Пермь, март 2012 г.). — Пермь: Меркурий, 2012. — С. 146-149.
2. Фишман В. Единое европейское небо не для конфликтов и катастроф [Электронный ресурс] // Портал Рубеж. — Режим доступа: <http://www.rubezh.eu/Zeitung/2006/03/09.html>
3. Угода між Україною та Європейським Союзом і його державами-членами про Спільний авіаційний простір: проект [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://avia.gov.ua/uploads/documents/9283.pdf>.
4. Гребенюк Е. Единое небо Европы: быть или не быть [Электронный ресурс] // Центр транспортных стратегий. — Режим доступа: <http://cfts.org.ua/articles/46274>
5. Малеев Ю. Единое региональное небо: концепция и реальность // Третья конференция по воздушному праву. Научно-практическая конференция: Сборник докладов/ Университет ГА С.-Петербург, — 2013. — С.22-27.

Kh.V. Kmetyk, PhD (Law)
(National Aviation University, Ukraine)

Aviation and Transportation Security in USA

Federal legislation designed to improve the security of transportation systems throughout the United States, with particular emphasis on airport security

The nation's air, land, and marine transportation systems are designed for accessibility and efficiency, two characteristics that make them highly vulnerable to terrorist attack. While hardening the transportation sector from terrorist attack is difficult, measures can be taken to deter terrorists. The dilemma facing Congress is how best to construct and finance a system of deterrence, protection, and response that effectively reduces the possibility and consequences of another terrorist attack without unduly interfering with travel, commerce, and civil liberties. Aviation security has been a major focus of transportation security policy since the terrorist attacks of September 11th, 2001.

The US Aviation and Transportation Security Act of 2001 is known as Public Law 107-71. It was signed into law on November 19th, 2001 [1].

The Aviation and Transportation Security Act was enacted following the terrorist attacks of September 11th, 2001. In addition to instituting new security procedures, the act established the Transportation Security Administration to assess and amend security policies for all types of public transportation. The act made airport security and other modes of transportation the responsibility of the federal government and changed the way that Americans view travel.

Preceding the September 11th attacks, airport security was shared between airport authorities and commercial airlines. Security screening focused on searching for handguns and bombs (following the suitcase bombing of Pan Am Flight 103 over Lockerbie, Scotland, in 1988). The Aviation Security Improvement Act of 1990 [2] and the recommendations of the White House Commission on Aviation Safety and Security (1996) were either ineffective or not implemented. Aviation security was secondary to concerns about economic efficiency, and there was a strong resistance to spending money to improve security. The Federal Aviation Administration (FAA) was focused on congestion and delays in civil aviation, and Congress was attempting to reduce flight delays by requiring the airlines to provide passengers with better information and to improve baggage handling. Although Great Britain and Israel had created strong passenger and luggage-screening regulations, there were no such protocols in the United States.

On September 11th, 2001 America's vulnerability to terrorist attacks was exposed when four commercial airplanes were hijacked and directed toward specific targets. Two of the airplanes were flown into the World Trade Centre, destroying the twin towers. The third plane hit the Pentagon, while the fourth crashed into a field near Shanksville, Pennsylvania, after passengers attempted to retake control of the plane. Nearly three thousand people were killed in the attacks. Although nine of the nineteen

hijackers were given special security checks at the airports, they were not questioned or personally searched. Only their checked luggage was given an extra look.

On September 21st South Carolina senator Ernest F. Hollings sponsored an aviation security bill that was quickly discussed in both the House and the Senate. President George W. Bush, speaking in the lobby of Terminal A at Ronald Reagan Washington National Airport, signed the Aviation and Transportation Security Act (ATSA) into law on November 19th, 2001.

The purpose of the ATSA was to set up layers of security that would prevent future terrorist attacks. Once the ATSA became law, security in all types of transportation, including aviation, rail, other surface transportation, and maritime transportation and port security, became the direct responsibility of the federal government. The act established the Transportation Security Administration (TSA) within the Department of Transportation, headed by an undersecretary of transportation. In 2003 the TSA became a part of the federal Department of Homeland Security (DHS). Important sections of the ATSA outline procedures for hiring and training screening personnel, who must be American citizens. Rather than being hired by private companies, those screening passengers and luggage at the 429 commercial airports are federal employees. All employees and law-enforcement officers who enter a secure area of an airport must have their identities verified. The ATSA mandates that cockpit doors be reinforced and remain locked during flight, and flight crews are trained to handle suspicious travellers. Following the September 11th attacks, the number of air marshals increased from thirty-three to more than a thousand.

Even general aviation was mandated to make security changes, and those running flight schools were required to enhance background checks for foreign nationals who wished to learn to fly. Communication between various agencies was improved, and a “no-fly” list – a secret watch list maintained by federal authorities to prevent those suspected of terrorist ties from boarding commercial aircraft – was expanded. Deadlines for implementing certain requirements were also set. By November, 2002 a federal workforce was to be in place to screen all airport passengers and property, and by the end of 2002 all checked luggage was to be screened for explosives.

Although the ATSA covers all modes of transportation, the resources and focus have been on aviation. Subsequent acts have developed more regulations and assigned responsibilities to other agencies to provide additional security for maritime, rail, land, and other types of transportation.

New security procedures took effect immediately after the act became law. Parking to drop off passengers was not allowed, and restrictions for carry-on luggage were implemented. Access to departure and arrival gates as well as airport concourses was restricted to ticketed passengers. Checked luggage was extensively screened, and all passengers – not just those with checked baggage – were pre-screened. The Computer Assisted Passenger Pre-screening System database (in place since 1997), along with the Advance Passenger Information System, provides information on potential security risks used to create a no-fly list. This list has caused problems and complaints about political and ethnic profiling. Screening of passengers at security checkpoints has also raised a number of issues, from privacy concerns regarding screening devices to complaints of racial profiling.

Despite complaints about invasion of privacy and delays with long security check-ins, most Americans accepted the provisions of the Aviation and Transportation Security Act. Travellers realized that the freedom to travel without layers of federal oversight and restrictions was lost on September 11th, 2001 [3].

Conclusions

Despite general acceptance of most airline and airport security reforms, some programs remain controversial. Some have criticized the incorporation of law enforcement profiling techniques into routine passenger screening practices, claiming that persons of Middle Eastern ethnicity are more often under suspicion, searched, and detained by security personnel.

The controversy surrounding profiling escalated when officials in the Department of Homeland Security and the Department of Defence proposed the introduction of the Total Information Awareness (TIA) system, a searchable database that stores personal information including financial and medical records. Though the TIA was intended to be used by federal law enforcement officials to collate data and find terrorist networks, Congress severely circumscribed the controversial program in 2003, prohibiting its use for domestic security operations. TIA was later renamed the Terrorist Information Awareness system.

With the creation of the DHS many agencies responsible for airline safety and airport security, including the TSA, were assumed into the new government department. The DHS has combined national anti-terrorist efforts with earlier regulations specifically regarding airports and airlines. The incorporation of the Early Alert System, a colour-coded warning system meant to indicate the variable likelihood of terrorist attacks, marked the most notable change in security procedures. As threat levels are elevated, security procedures are heightened. At the Orange and Red levels, airports employ a wider secured perimeter, different flight paths around urban areas, and increased security personnel.

Although TSA is now a part of the DHS, the Department of Transportation and the FAA continue to aid the progress of reforming United States airline security policy through safety recommendations and review of airline practices [4].

References

1. The US Aviation and Transportation Security Act of 2001 dated November 19th, 2001 // Режим доступа: https://www.tsa.gov/sites/default/files/aviation_and_transportation_security_act_atsa_public_law_107_1771.pdf.
2. The Aviation Security Improvement Act of 1990 dated November 16th, 1990 // Режим доступа: <https://www.congress.gov/bill/101st-congress/house-bill/5732>.
3. Marcia B. Dinneen. Aviation and Transportation Security Act of 2001 // Режим доступа: <http://immigrationtounitedstates.org/371-aviation-and-transportation-security-act-of-2001.html>.
4. Aviation and Transportation Security Act of 2001 // Режим доступа: http://www.encyclopedia.com/topic/Aviation_and_Transportation_Security_Act_of_2001.aspx.

С.Я. Лихова, д.ю.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)

К.В. Шелест
(Відділ прикордонної служби «Жуляни» ОКПП «Київ», Україна)

Актуальні питання реформування Державної прикордонної служби України

Розкриваються основні риси реформування Державної прикордонної служби України. Аналізується Пілотний проект по підготовці інспекторів Державної прикордонної служби та його особливості.

За роки незалежності української держави Державна прикордонна служба України зробила масштабні кроки на шляху свого перетворення на сучасний правоохоронний орган спеціального призначення. Було досягнуто вагомі результати у розбудові інфраструктури державного кордону, у підвищенні рівня підготовки персоналу відповідно до європейських стандартів, було збережено високий авторитет Державної прикордонної служби України у суспільстві та забезпечено громадську підтримку її оперативно - службової діяльності.

«Служити, захищати, допомагати!» саме під таким гаслом стартував 21 жовтня 2015 року перший випуск пілотного проекту підготовки прикордонників нової формації. Ця подія є значним досягненням у процесі інтеграції України до Європейського співтовариства, доказом визнання українцями європейських цінностей і запровадження нових стандартів прикордонного контролю. Адже пріоритетами служби є підвищення довіри суспільства до відомства, створення максимально комфортних умов для законослухняних громадян, які перетинають державний кордон України. Пілотний проект започаткували в рамках реформування органів та підрозділів ДПСУ, а саме у двох пунктах пропуску для повітряного сполучення «Жуляни» та «Гостомель».

Участь у конкурсі на заміщення посад інспекторів - контролерів міг взяти кожен військовослужбовець відомства віком від 18 до 40 років. Головними критеріями відбору була повна або базова вища освіта, знання англійської мови, патріотизм, ввічливість, безкомпромісне неприйняття корупції, прагнення до якісних змін, правосвідомість, комунікабельність, фізична придатність, вміння працювати з програмним забезпеченням.

Не змогли долучитись до участі в конкурсі військовослужбовці, які: 1) мають не зняті стягнення: попередження про неповну службу відповіді, пониження в посаді або у військовому званні; 2) притягались до адміністративної відповідальності за вчинення корупційного діяння.

Протягом 50 днів на базі Навчального центру ДПСУ ім. Генерала – майора Ігоря Момота 160 прикордонників вивчали прикордонний контроль, підвищували рівень володіння англійської мови, тренувалися діяти у кричних ситуаціях на кордоні та ретельно вивчали антикорупційне законодавство. До

підготовки персоналу, окрім найкращих українських фахівців, долучилися й спеціалісти з міграційних питань США, Німеччини, прикордонної служби Естонії та представники Консультативної Місії ЄС.

Державна прикордонна служба України розробила нову форму для прикордонників, які виконують завдання в аеропортах «Жуляни» та «Гостомель». Слід звернути увагу, що кожна дія посадової особи яка виконує наказ на охорону ДКУ в повітряному пункті пропуску фіксується на відео, що є одним із ефективних методів у протидії хабарництва та локалізації конфліктних ситуацій серед персоналу відомства.

На базі відділу прикордонної служби «Жуляни» було створено 4 відділення інспекторів прикордонної служби, відділення поглибленого вивчення документів та інтерв'ювання, відділення по роботі з іноземцями та адміністративного провадження, відділення контролю транспортних засобів та режиму, відділення управління службою, групу автоматизованих систем управління.

Щодо нововведень в оперативно-службовій діяльності слід звернути увагу на співпрацю ДПСУ та Міжнародної організації кримінальної поліції (Інтерпол). На сервері Адміністрації Держприкордонслужби було розроблено та встановлено системно-програмне забезпечення, яке дало можливість працювати з банками даних Інтерполу. Робота відомства з новим інформаційним ресурсом дає непоганий результат – виявлено чимало осіб, які перебувають у міжнародному розшуку (у Жулянах було 3 випадки), і таких що становили інтерес для правоохоронних органів. Використання інструменту банків даних дозволяє виявити осіб, які вчинили кримінальні правопорушення на території іноземних держав та перебувають у розшуку, а також знаходити людей, які підлягають ідентифікації та безвісти зниклих.

20 жовтня за ініціатииви консультативної ради при Адміністрації Держприкордонслужби України відбувся круглий стіл «Нове обличчя кордону». Проблематика прикордонного контролю та черг у пунктах пропуску на українсько-польському кордоні». Присутнім було презентовано другий етап пілотного проекту «Нове обличчя кордону». Його кінцевою метою є створення модельних відділів прикордонної служби з професійним, вмотивованим, принциповим персоналом, який буде ефективно виконувати функції держави на кордоні, та матиме водночас високий рівень громадської довіри. Конкурсний відбір на заміщення посад у відділах прикордонної служби «Бориспіль» та «Краківець» розпочався 20 лютого 2017 року. Випробувати свої сили зможуть усі бажаючі, в тому числі кандидати з числа цивільної молоді. Реєстрація анкет від кандидатів буде проходити виключно в електронному вигляді, без зовнішнього впливу, що є основною умовою відкритості конкурсу. Після завершення відбору кандидати пройдуть курс професійної підготовки і лише по його завершенню приступлять до самостійного несення служби.

Підкреслюючи вищесказане, можна цілком впевнено зробити висновок, що залишитись осторонь нової реформи правоохоронних органів – прикордонному відомству не в силі. Тож зовсім скоро в усіх аеропортах столиці зустрічайте «Нове обличчя кордону».

*А.О. Логвиненко, асистент
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Суспільна небезпека незаконного захоплення або угону повітряного судна

У доповіді розкривається кримінальна відповідальність за угон або захоплення повітряного судна згідно КК України. В доповіді також визначаються суспільна небезпека, елементи складу даного злочину, характеризуються зміст поняття «авіаційна безпека» та нормативні акти, які спрямовані на її забезпечення.

Суспільна небезпека даного злочину полягає в порушенні авіаційної безпеки. Авіаційна безпека – це захист цивільної авіації від актів незаконного втручання, який забезпечується комплексом заходів із залученням людських і матеріальних ресурсів. Захоплення повітряного судна, що перебувало на землі чи в польоті, або намагання захоплення такого судна та інші акти незаконного втручання в діяльність цивільної авіації вважається наслідком надзвичайної події. До надзвичайних подій, окрім захоплення повітряного судна відносяться події, пов'язані із використанням повітряного судна, під час якого, окрім захоплення, настав один із наслідків:

- загибель або тілесні ушкодження особи під час її перебування на борту повітряного судна внаслідок необережних або умисних дій самого потерпілого або інших осіб, не пов'язаних із порушенням функціонування повітряного судна та його систем;

- загибель або тілесні ушкодження особи, яка без достатніх підстав або документів самовільно проникла за межі зон у повітряному судні, куди доступ пасажиром або членом екіпажу заборонений;

- загибель або тілесні ушкодження особи, яка перебувала на борту повітряного судна, внаслідок впливу зовнішнього середовища після вимушеної посадки повітряного судна за межами аеропорту;

- загибель або тілесні ушкодження особи, яка перебувала поза межами повітряного судна, внаслідок безпосереднього контакту із повітряним судном або його елементами;

- руйнування або серйозне пошкодження повітряного судна на землі, що призвело до порушення міцності його конструкції або погіршення льотно-технічних характеристик внаслідок впливу зовнішнього середовища або порушення технології обслуговування, правил зберігання і транспортування.

В ст. 278 КК України міститься норма, відповідно до якої передбачена кримінальна відповідальність за здійснення двох, найбільш суспільно небезпечних актів незаконного втручання в діяльність цивільної авіації, а саме – угон або захоплення повітряного судна.

Злочин, склад якого передбачений у диспозиції ст. 278 КК України є конвенційним злочином, тобто це передбачене міжнародною угодою суспільно небезпечне посягання в міжнародно-правовій сфері, караність якого має бути встановлена у національному законодавстві.

Першим кроком ІКАО відносно створення міжнародно-правової бази в галузі авіаційної безпеки стала Токійська (1963 р.) конвенція про злочини і деякі інші акти, які вчиняються на борту повітряних суден. Сфера дії цієї конвенції дуже обмежена, тому що вона стосується лише актів або злочинів, які вчиняються на повітряному судні в польоті. В цій Конвенції йдеться лише про злочини, які вчиняються у певний час – під час знаходження повітряного судна в польоті або на поверхні у відкритому морі, або на поверхні у будь-якому іншому районі поза межами території будь-якої держави (мова йде про територію держав, які приєдналися до цієї Конвенції).

Важливим, в даному випадку, є тлумачення термінологічного звороту «повітряне судно, яке знаходиться в польоті». Відповідно до ч. 3 ст. 1 Конвенції повітряне судно вважається таким, що знаходиться в польоті з моменту включення двигунів з метою зльоту до моменту закінчення пробігу при посадці. В ч. 3 ст. 5 зміст цього термінологічного звороту деталізується – «повітряне судно вважається таким, що знаходиться в польоті у будь-який час з моменту закриття всіх його зовнішніх дверей після посадки до моменту відкриття будь-яких із цих дверей для висадки» [2].

В кінці 1960 років збільшилася кількість актів незаконного втручання в діяльність цивільної авіації у більшості авіаційних держав. Хвиля насильства на повітряному флоті змусила ІКАО в терміновому порядку розробити і ввести в дію Гаазьку (1970 р.) конвенцію про боротьбу із незаконним захопленням повітряного судна. Ця Конвенція була більш сучасною і нею вводилася низка нових важливих положень: а) незаконне захоплення повітряного судна є міжнародним злочином і зобов'язує держави встановити за цей злочин суворе покарання; б) положення Конвенції застосовуються незалежно від того, здійснювало судно міжнародний політ або політ на внутрішніх авіалініях; в) злочином вважаються діяння, які полягають у такому: незаконне, шляхом насильства або погрози застосувати насильство, або шляхом іншої форми залякування, захоплення повітряного судна або здійснення над ним контролю [3]. Злочином вважається замах на вчинення таких дій та співучасть у вчиненні такого злочину.

Відразу після Гаазької, у 1971 р. набула чинності Монреальська конвенція про боротьбу із незаконними актами, спрямованими проти безпеки цивільної авіації, де зазначено, які дії щодо порушення безпеки цивільної авіації вважаються злочинами. Особа вчинює злочин, якщо вона незаконно і умисно: а) вчиняє акт насильства стосовно особи, яка знаходиться на борту повітряного судна в польоті, якщо такий акт може загрожувати безпеці цього повітряного судна; б) руйнує повітряне судно, яке знаходиться в експлуатації, або спричиняє цьому повітряному судну пошкодження, яке виводить його із ладу або може загрожувати його безпеці у польоті; в) розміщує або вчиняє дії, що призводять до розміщення на повітряному судні, яке знаходиться в експлуатації, будь-яким способом пристрій або речовину, яка може зруйнувати таке повітряне судно або спричинити йому ушкодження, яке може загрожувати його безпеці у польоті та ін. [4].

Об'єктивна сторона у складі злочину проявляється у формі двох альтернативних дій – угон і захоплення.

Угон – це протиправне переміщення повітряного судна.

Захоплення – це протиправний вплив на особу (осіб), які керують повітряним судном, внаслідок чого суб'єкт (суб'єкти) злочину отримують панування над повітряним судном. Угон вважається закінченим, коли повітряне судно знаходиться в польоті, тобто коли двері повітряного судна закриті перед польотом і до моменту їх відкриття після приземлення.

Якщо угон вчиняється членами екіпажу, то закінчення його слід вважати з моменту відхилення від маршруту або відмови виконувати вказівки осіб, які керують польотом. Якщо угон повітряного судна здійснюється із аеропорту, де повітряне судно знаходиться на стоянці, то угон починається із моменту запуску двигунів і початку руху повітряного судна.

Захоплення повітряного судна – це протиправне заволодіння повітряним судном із застосуванням насильства чи погроз застосувати насильство. Захоплення повітряного судна як правило є початковим етапом для його угону. Злочин вважається закінченим з моменту захоплення судна. Предметом злочину є повітряне судно цивільної авіації, а також вертоліт, дирижабль та інший літальний апарат, який підтримується в атмосфері завдяки його взаємодії із повітрям.

Норми, які передбачені в ст. 278 КК України не застосовуються щодо повітряних суден, які зайняті на військовій та митній службах.

Місцем вчинення злочину є повітряне судно в польоті, а також повітряне судно, яке проходить передполітну підготовку або знаходиться на стоянці в аеропорту.

Способом вчинення злочину є застосування насильства або погрози застосувати насильство щодо пасажирів та членів екіпажу (погрози вчинити вибух, заподіяти смерть тощо). Насильницький спосіб вчинення цього злочину характерний у випадках, коли суб'єктами злочину є сторонні особи, а не члени екіпажу.

В ч. 2 ст. 278 КК України передбачена кримінальна відповідальність за угон або захоплення повітряного судна, вчинені за обтяжуючих обставин. Суспільна небезпека діяння значно підвищується, якщо угон або захоплення повітряного судна вчиняється у співучасті та із застосуванням насильства. Співучасть та насильство як обтяжуючі обставини передбачені і в ч. 2, і в ч. 3 цієї статті. Але значну роль відіграє ступінь суспільної небезпеки вказаних обтяжуючих обставин. В ч. 2 передбачені такі обтяжуючі обставини як група осіб за попередньою змовою та спосіб – насильство, що не є небезпечним для життя і здоров'я потерпілого. Очевидно, що в даному випадку слід вести мову не про потерпілого, а про потерпілих, адже, як правило, потерпілими виступають значна кількість осіб – пасажирів та члени екіпажу повітряного судна.

Групи осіб за попередньою змовою – це форма співучасті, за якої дві та більше особи заздалегідь, до початку виконання дій, які складають об'єктивну сторону злочину, домовилися про його виконання.

Фізичне насильство, яке не є небезпечним для життя чи здоров'я потерпілого, як правило, має вираз у нанесенні ударів, побоїв, зв'язуванні, утримуванні тощо. Психічне насильство виражається у погрозі застосувати

фізичне насильство. Але для виникнення цього злочину саме щодо повітряного судна такі обтяжуючі обставини є нехарактерними.

Як правило, при угоні або захопленні повітряного судна мають місце обтяжуючі обставини, описані у ч. 3 ст. 278 КК України.

Угон або захоплення повітряного судна, як правило, вчинюється у співучасті. У ч. 3 ст. 278 КК України передбачена така форма співучасті як організована група.

Під організованою групою розуміється декілька осіб (три і більше), які попередньо зорганізувалися у стійке об'єднання для вчинення цього злочину. Для організованої групи характерним є розподіл функцій учасників групи (ч. 3 ст. 28 КК України).

Угон або захоплення повітряного судна може набувати виду авіаційного тероризму, тобто вчиняється як терористичний акт. В цьому випадку такі дії слід кваліфікувати за ст. 258 КК України як «Терористичний акт» і за наявності підстав за ст. 258-3, 258-4, 258-5 КК України [1].

Характерною кваліфікаційною ознакою для вчинення угону або захоплення повітряного судна є застосування насильства, яке є небезпечним для життя чи здоров'я потерпілих, адже, як правило, цей злочин супроводжується застосуванням вогнепальної зброї та вибухових речовин, що і зумовлює характер насильства. У будь-якому випадку, якщо під час злочину застосовується зброя або існує погроза її застосування, такі дії слід кваліфікувати як дії, поєднані із насильством, що є небезпечним для життя і здоров'я потерпілих.

Окрім співучасті та способу застосування насильства, що є небезпечним для життя і здоров'я потерпілих, в ч. 3 ст. 278 КК України передбачена така кваліфікуюча ознака як наслідок – загибель людей чи інші тяжкі наслідки. Під загибеллю людей слід розуміти смерть хоча б однієї людини – пасажирів або члена екіпажу, а також осіб, які після посадки захопленого судна беруть участь у його звільненні. Під іншими тяжкими наслідками слід розуміти заподіяння потерпілим тілесних ушкоджень різного ступеня тяжкості.

Суб'єктивна сторона угону або захоплення повітряного судна виражається у прямому умислі. Особа усвідомлює фактичні ознаки вчинюваного діяння, розуміє його суспільно небезпечний характер і бажає досягти конкретного суспільно небезпечного наслідку – захопити літак з метою його угону. Мотив і мета є обов'язковими ознаками у цьому складі злочину, вони можуть бути різними: корисливими, політичними, можуть мати терористичний характер, але на кваліфікацію не впливають і враховуються лише при призначенні покарання.

Висновки

Захоплення або угон повітряного судна є суспільно небезпечним діянням, яке полягає в порушенні авіаційної безпеки. В окремих випадках на борту повітряного судна може діяти недисциплінований пасажир. Це пасажир, який не дотримується правил поведінки в аеропорту або на борту повітряного судна або не виконує вказівок персоналу аеропорту або членів льотного

екіпажу, порушуючи тим самим порядок і дисципліну в аеропорту чи на борту повітряного судна. Дії таких пасажирів за наявності відповідних ознак слід кваліфікувати як хуліганство (ст. 296 КК України) або адміністративне правопорушення.

Список літератури

1. Кримінальний кодекс України від 05.04.2001 № 2341-III // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 25-26. – Ст. 131 (із змінами та доповненнями). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2341-14>.

2. Токійська конвенція про злочини і деякі інші акти, які вчиняються на борту повітряних суден від 14.09.1963 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon.nau.ua/doc/?code=995_244.

3. Гаазька конвенція про боротьбу із незаконним захопленням повітряного судна від 16.12.1970 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_167.

4. Монреальська конвенція про боротьбу із незаконними актами, спрямованими проти безпеки цивільної авіації від 23.09.1971 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon.nau.ua/doc/?code=995_165.

Впровадження альтернативних видів палива

У статті досліджуються деякі проблеми правового регулювання екологічної політики України на період до 2020 року та екологізації транспорту, адже викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом становлять 91 відсоток забруднюючих речовин, що викидаються пересувними джерелами

Антропогенне і техногенне навантаження на навколишнє природне середовище в Україні у кілька разів перевищує відповідні показники у розвинутих країнах світу.

Тривалість життя в Україні становить у середньому близько 66 років (у Швеції – 80, у Польщі – 74). Значною мірою це зумовлено забрудненням навколишнього природного середовища внаслідок провадження виробничої діяльності підприємствами гірничодобувної, металургійної, хімічної промисловості та паливно-енергетичного комплексу.

Першопричинами екологічних проблем України є:

- успадкована структура економіки з переважаючою часткою ресурсо- та енергоємних галузей, негативний вплив якої був посилений переходом до ринкових умов;
- зношеність основних фондів промислової і транспортної інфраструктури;
- існуюча система державного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища, регулювання використання природних ресурсів, відсутність чіткого розмежування природоохоронних та господарських функцій;
- недостатня сформованість інститутів громадянського суспільства;
- недостатнє розуміння в суспільстві пріоритетів збереження навколишнього природного середовища та переваг сталого розвитку;
- недотримання природоохоронного законодавства.

У відповідності з принципами міжнародного співробітництва наша держава тільки намагається здійснювати охорону довкілля. Проблемними залишається порядок використання земель рекреаційного призначення, земель природно-заповідного фонду, вирішення питань утилізації та переробки сміття, утилізації ядерних відходів та питання щодо можливої їх консервації на території України. Але варто звернути нашу увагу на можливі небезпеки, які з часом можуть виникнути безпосередньо в населених пунктах великих міст України.

Так, в Україні у 1991 р. було прийнято Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (далі – Закон), який мав стати вектором дії державних органів, підприємств, організацій в напрямку раціонального використання природних ресурсів, по можливості мінімізувати негативний антропогенний вплив на довкілля, контроль за додержанням

положень Закону. Прийняття Закону зумовило необхідність розробок інших нормативно-правових актів з проблем довкілля, включаючи охорону вод, повітря, природних ресурсів, рослинного і тваринного світу.

Потрібно не забувати, що майже всі проблеми, які існують в державі, залежать від її економічного становища, правового регулювання та здійснення необхідного контролю за додержанням букви закону будь-яким суб'єктом правових відносин. Вважаємо, в нашій країні, а особливо у великих містах існує проблема перенасичення автотранспортних шляхів транспортними засобами, що вже сьогодні призводить до багатьох проблем, особливо це стосується викидів вуглекислого газу та інших шкідливих речовин, що негативно впливає на стан навколишнього природного середовища в цілому.

Таким чином, виникає не тільки екологічна проблема, зазначена впливає також на економічну сторону розвитку нашої держави. Оскільки, так чи інакше, зі збільшенням чисельності транспортних засобів можна вести мову не лише про нераціональність використання паливних ресурсів, але й, як наслідок, про збільшення викидів CO² в атмосферу.

На жаль, такі циклічні операції вже в деяких великих містах світу поставили під загрозу якість повітря та мікроклімату для людей у майбутньому. Тож, для населення таких мегаполісів, як Київ, така проблема може виникнути вже незабаром, оскільки в Києві проживають 2 млн. 823328 тисяч чоловік, а кількість транспорту близько 1,5 мільйона, яка щороку зростає. Потрібно зазначити, що вже сьогодні температура мікроклімату в центрі міста Києва на декілька градусів вища, ніж на околицях міста. І це вже не кажучи, що Україна – транзитна держава, кожного дня не тільки в Києві, але і по інших містах здійснюються перевезення. Наведені аргументи змушують замислитись, як швидко потрібно почати реагувати на проблему, яка з часом вже проявить себе з вкрай негативною сторони, а саме негативного впливу на навколишнє природне середовища, життя та здоров'я людей та на майбутнє покоління.

Для вирішення зазначених проблем країни Європейського союзу, США вже тривалий час займалися розробками зменшення використання «традиційного» моторного палива або й навіть взагалі від нього відмовились. Так, до середини 2010 року по всьому світу було продано близько 40 мільйонів автомобілів на альтернативних видах палива (виробники США, Канада, Європейські країни, Японія тощо), у порівнянні з близько 900 млн. транспортних засобів, що експлуатувалися у світі станом на 2009 рік [2].

В Україні, на жаль, наприклад, випуск акумуляторних електромобілів серійного виробництва годі й шукати, натомість український споживач може користуватися послугами закордонних виробників автомобілів, ціни яких, враховуючи рівень комфорту, безпеки та пристосованості до кліматичних умов, значно завищенні.

У свою чергу Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» в ст. 3 визначає ряд принципів, на яких ґрунтується охорона навколишнього природного середовища, дотримання та реалізація яких безпосередньо впливає на вирішення низки проблем, що в першу чергу стосується здоров'я людей. Відповідно до зазначеної статті держава

зобов'язана: гарантувати екологічне безпечне середовище для життя і здоров'я людей; екологізацію матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій; науково обґрунтованого узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища; вирішення питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням ступеня антропогенної змінності територій, сукупної дії факторів, що негативно впливають на екологічну обстановку тощо [1].

В концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року метою національної екологічної політики є стабілізація і поліпшення стану навколишнього природного середовища України шляхом інтеграції екологічної політики до соціально-економічного розвитку України для гарантування екологічно безпечного природного середовища для життя і здоров'я населення, впровадження екологічно збалансованої системи природокористування та збереження природних екосистем [3].

До забруднюючих речовин, що переважно викидаються в атмосферне повітря, належать оксид азоту, оксид вуглецю, діоксид та інші сполуки сірки, пил. Збільшується кількість випадків перевищення встановлених нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами. Основними причинами, що зумовлюють незадовільний стан якості атмосферного повітря в населених пунктах, є недотримання підприємствами режиму експлуатації пилогазоочисного обладнання, нездійснення заходів із зниження обсягу викидів забруднюючих речовин до встановлених нормативів, низькі темпи впровадження новітніх технологій та значне збільшення кількості транспортних засобів, зокрема тих, що вичерпали строк придатності. Упродовж останніх років у промислово розвинутих містах в атмосферному повітрі постійно реєструвалася наявність до 16 поліциклічних ароматичних вуглеводнів, з яких 8 є канцерогенами, груп нітрозамінів (нітрозодиметилам і нітрозодіетиламін) та важких металів (хром, нікель, кадмій, свинець, берилій). При цьому в обсягах забруднення хімічними канцерогенами найбільшу питому вагу мають сполуки класу поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Загалом канцерогенний ризик у 2009 році досяг 6,4-13,7 випадку онкологічних захворювань на 1 тисячу осіб, що значно перевищує міжнародні показники ризику.

За даними державної статистичної звітності 2009 року, основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства переробної і добувної промисловості та підприємства електро- і теплоенергетики (відповідно 31 і 21 та 40 відсотків загального обсягу викидів забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення). Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами становлять 39 відсотків загальної кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Викиди забруднюючих речовин автомобільним транспортом

становлять 91 відсоток забруднюючих речовин, що викидаються пересувними джерелами [3].

Відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2007 р. № 880-р «Про схвалення Концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року» екологізація транспорту передбачає:

- розвиток екологічно безпечних видів транспорту;
- упровадження інноваційних проектів, спрямованих на зменшення рівня шумового забруднення;
- оптимізацію дорожнього руху на території великих міст, подальший розвиток громадського електротранспорту;
- підтримку використання автотранспортних засобів, що відповідають європейським стандартам;
- підвищення вимог до забезпечення екологічної безпеки та надійності трубопровідного транспорту;
- гармонізацію планів розвитку транспортної структури з вимогами, принципами та пріоритетами розвитку екомережі, невиснажливого використання, відтворення та збереження біо- та ландшафтного різноманіття;
- стимулювання використання альтернативних видів палива.

На нашу думку цілком слушно зауважено, що проект Стратегії національної екологічної політики України не позбавлений деяких вад, зокрема, у ньому ставиться надто широке коло завдань, які потрібно вирішувати водночас, маючи дуже обмежені ресурси. Тому доцільно більш чітко визначити мету стратегії, пріоритетність та черговість реалізації поставлених завдань. Після доопрацювання стратегію необхідно якомога швидше приймати та переходити до її впровадження шляхом реалізації національного плану дій з охорони довкілля, в якому належна увага має бути приділена вирішенню екологічних проблем на автомобільному транспорті [4].

Висновки

Отже, в Україні є всі потенційні можливості налагодження виробництва легкових автомобілів, у тому числі акумуляторних, собівартість яких була б значно меншою від марок іноземного виробника. Випуск та реалізація яких сприяли б відновленню відповідного сегменту економіки, що призупинило б збільшення росту викидів вуглекислого газу та похідних шкідливих речовин в атмосферне повітря та сприяло б зменшенню захворюваності населення на астматичні, алергічні та інші легеневі хвороби. І, як наслідок, дія зазначених принципів та положень Закону не тільки існувала б *de jure*, але і *de facto*.

Список літератури

1. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – № 41. – Ст. 546.

2. Plunkett Research. Automobiles and Truck Trends. – [Електронний ресурс].
– Режим доступу: <http://www.plunkettresearch.com/automobiles-trucks-market-research/industry-trends>.

3. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21.12.2010 р. № 2818-VI // Відомості Верховної Ради України, 2011. – № 26. – Ст. 218.

4. <http://www.insat.org.ua/files/menu/tk/info/energo/prospectivu.doc>

D.I. Mynyuk, PhD (Law)
(National Aviation University, Ukraine)

European Aviation Safety Rules

Set of common safety rules directly applicable in all EU Member States and cover all key areas of aviation including airworthiness, aircrew, aerodromes, air operations and provision of air navigation services.

Flying is one of the safest forms of transport. Faced with a massive increase in air traffic resulting from the successful implementation of the single aviation market, the European Union (EU) ensures that all European citizens can enjoy the same high level of safety in the sky. EU aviation safety policy promotes rules that are cost-efficient and facilitate the free movement of products, services and persons involved in civil aviation.

The functioning of the European aviation safety system was subjected to a review as part of the 2015 EU Aviation Strategy. This strategy recognises the crucial role that aviation plays in promoting economic growth, job creation, trade and mobility in the EU, and underlines the importance of high safety standards for competitiveness of that sector within the EU economy.

The 2015 Aviation Strategy includes a Commission Proposal for a new Framework for Aviation Safety Regulation, which aims to prepare the EU aviation safety system for the challenges of the future, including a new era of innovation and digital technologies. It consists of a shift towards a risk and performance-based approach, measures to increase efficiency of the system and promotion of cooperative safety management between the EU and its Member States.

In 2015, the Commission also presented a revised European Aviation Safety Programme, which describes how aviation safety is managed in the EU.

The European aviation safety system is based on a comprehensive set of common safety rules, which are overseen by the European Commission, the European Aviation Safety Agency (EASA) and the National Aviation Authorities. Common safety rules constitute the backbone of the EU aviation safety system. They provide for a uniform level of requirements for operators, manufacturers and aviation personnel, thus facilitating the flow of products, persons and services in the internal market, and allowing for mutual recognition of safety certificates, reducing the administrative burden and workload for the national authorities and the industry.

In 2002, the EU adopted the first set of a new generation of aviation safety rules based on Regulation (EC) No 1592/2002, which also established the European Aviation Safety Agency (EASA) as the cornerstone of the European aviation safety system. This initial set of rules covered airworthiness and environmental certification and maintenance of aeronautical products as well as the training and licensing of aeronautical mechanics and technicians.

In 2008, by virtue of Regulation (EC) No 216/2008, the EU extended the common aviation safety rules and the corresponding responsibilities of EASA to aircraft operations and aircrew licensing and training. In 2009, the EU adopted a

second extension of the common rules covering safety aspects of aerodrome operations and provision of air navigation services and air traffic management (Regulation (EC) No 1108/2009).

Aviation safety rules are adopted by the European Commission on the basis of technical opinions issued by the EASA. Proper implementation of the rules is regularly monitored by the Commission with the assistance of EASA, which carries out regular inspections in all Member States. Enforcement actions can be taken if safety deficiencies are detected and not corrected. These can involve suspension of the mutual recognition of certificates or penalties imposed on certificate holders.

Discussions on the establishment of a European safety body in the EU date back to as early as 1996, but it was only in 2002 that the European Aviation Safety Agency (EASA) was established as a self-standing Community body. Initially based in Brussels, it moved to Cologne in 2003 and now constitutes the centrepiece of the EU aviation safety system.

Established on the basis of the Regulation (EC) 1592/2002 (currently Regulation (EC) 216/2008), EASA builds on the experiences and cooperation of the former group of European aviation regulators, known as the Joint Aviation Authorities (JAA), which ceased its activities in July 2009.

EASA provides the Commission with all the technical expertise it requires and assists it in exercising its legislative and regulatory tasks. The Agency prepares technical opinions which form the basis of the legislative proposals of the Commission. EASA is also responsible for carrying out standardisation inspections to monitor the uniform application of EU legislation in Member States and make the necessary recommendations to the Commission.

The EASA, rather than Member States, was also entrusted with the responsibility of issuing certificates. For instance, the EASA is entirely responsible for the certification of aircraft types and other aeronautical products. The EASA also issues certificates for organisations located in third countries. The national authorities of Member States however continue to issue, under EASA monitoring, individual certificates to aircraft and most organisations and personnel located in their territories. All certificates issued on the basis of EU law are valid in all EU Member States, which guarantees a uniform level of safety for the travelling public and a level playing field for operators.

Aviation safety in the EU also relies on a reactive system that looks at accident and incident causes to avoid their reoccurrence. This is done on the basis of common rules governing accident and incident investigations.

Accident investigations are complemented by a proactive system, which provides for a systemic approach to safety and which is commonly referred to as safety management.

EU passengers make extensive use of non-European air carriers for their air travel. EU regulations and policies strive to provide a high level of safety of operations of third country air carriers in EU airspace and to protect EU passengers who travel on these third country air carriers, both within Europe and abroad. For these purposes, the EU has put together a comprehensive system to ensure the safety of third country air carriers and to inform passengers on the safety of those air carriers [1].

Conclusions

Aviation safety is influenced by the inherently international nature of the aviation industry. International cooperation is thus essential to ensure network safety and development of globally agreed standards. The EU is actively engaged in strengthening aviation safety at the international level, notably through its work with the International Civil Aviation Organization (ICAO), implementation of technical cooperation projects, and negotiation of aviation safety agreements with key partners in Europe and beyond.

References

1. Aviation Safety Policy in Europe // Режим доступа: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/safety_en.

Актуальні аспекти проблеми підписання угоди про САП

Автор звертається до аналізу актуального та досі невирішеного питання щодо підписання угоди про Спільний авіаційний простір між Україною та Євросоюзом. В статті наведено думки експертів та власне бачення того, що насправді переешкоджає остаточному відкриттю українського ринку для європейських авіаперевізників.

Європейський САП – двостороння угода між Євросоюзом і третіми країнами для встановлення спільних стандартів безпеки та лібералізації ринкових відносин у сфері авіації. По суті укладення САП дозволить відкрити зону вільної торгівлі для авіації [3]. Метою угоди про Спільний авіаційний простір (САП) є поступове впровадження у вітчизняну систему законодавства більш ніж 60 норм та директив ЄС у сфері безпеки польотів, авіаційної безпеки, організації повітряного руху тощо. Зазначене дозволить українським авіаперевізникам отримати необмежені комерційні права. Єдиною умовою тут є те, що польоти мають бути частиною перевезення, яке обслуговується також і в Україні. Аналогічні права отримують також і європейські авіаперевізники. Досить привабливою на думку експертів, є умова щодо визнання державами, які входять до Євросоюзу усіх виданих Україною сертифікатів стосовно екіпажів повітряних суден та організації повітряного руху.

Зазначена у назві проблема тривалий час привертає до себе увагу громадськості від пересічених громадян, які чекають на розширення цінового діапазону послуг авіаперевезень, до експертів, які намагаються з'ясувати причини того, чому майже сім років ведуться переговори про відкриття неба, а дата підписання Угоди про САП так і залишається не визначеною.

Аналітик громадської організації “Європа без бар’єрів” Катерина Кульчицька визначає дві найбільш вагомі причини. Першою називає “проблему з Гібралтаром”, яка спричинена відсутністю консенсусу між Іспанією і Великобританією за формулюванням редакції пункту 31 статті 2 про територіальне застосування Угоди про САП в частині Гібралтару [6]. К.Кульчицька наголошує, що тут були одноголосні всі офіційні представники та більшість експертів [2]. Також вона зазначає, що таку ж відповідь прислали і з DG MOVE (Генеральний директорат Єврокомісії з питань транспорту). Другою причиною аналітик вважає відсутність політичної волі у керівних органах ЄС для підписання Угоди про САП з Україною.

Відносно першої з названих аналітиком причин існує й протилежна точка зору, яку висловлювали переважно юристи, що проблеми Гібралтару не існує як такої. В Угоді, зокрема в п. 31 статті 1 зазначено, що застосування цієї угоди стосовно аеропорту Гібралтар розуміється без шкоди до відповідної юридичної позиції Великобританії і Іспанії [6]. Головною перешкодою тут

вважають відсутність ініціативи як з боку України, так і з боку ЄС, щоб винести це на конкретне підписання.

Намагаючись знайти джерело вирішення проблеми, корисно звернутись до досвіду тих держав, що підписали зазначену угоду. Серед найближчих країн-сусідів: Молдова та Грузія, які підписували template (шаблон), що був запропонований Євросоюзом, оскільки їм фактично не було чого міняти, вони просто хотіли відкриття неба [3]. Порівнюючи ситуацію з Україною, європейська сторона надає таке офіційне роз'яснення: ці країни не мають такої масштабної авіаційної галузі, як Україна, яка потребує особливої та нестандартної угоди.

Корисним для України може стати досвід найближчих сусідніх країн: Польщі та Чехії, які приєдналися до САП в 2004 році. В 1998 році Чехія підписала угоду з Великобританією про “відкрите небо”. Вже у 2002 році аеропорт Праги нараховував майже 6 млн пасажирів, з них 1 млн - це потік між Великобританією і Чехією [3]. Причиною такого збільшення стала активність лоукостів на авіаринку країни.

Польща до приєднання мала дуже багато регіональних аеропортів, пасажиропотік яких був незадовільним. Наприклад, аеропорт Катовіце в 2002 році обслуговував 250 тис. пасажирів на рік, Краків - 600 тис. а, Вроцлав - 250. Але вже в 2005 році після підписання САП, ситуація змінилася: в Катовіце було вже 1 млн. пасажирів, у Кракові - 1,6 млн., у Вроцлаві - 0,5 млн. пасажирів [3]. У 2015 році головний хаб Польщі - Варшавський аеропорт імені Шопена - став лідером польської авіації. Його пасажиропотік складає 11,2 млн. пасажирів, а темпи зростання становлять 5,8% [3]. Регіональні аеропорти також мають привабливі показники: Катовіце - 3 млн., Краків - 4,2 млн., Вроцлав - 2 млн. пасажирів. Яскраво демонструє тенденцію зростання той факт, що у Варшаві з'явився другий аеропорт - Модлін, який має 2,6 млн. пасажирів і 52% зростання [3].

Історія формування європейського «відкритого неба» демонструє й інші можливі сценарії розвитку. Наприклад, перевізники Болгарії і Румунії посунули на задвірки світового ринку перевезень і, по суті, не є серйозними гравцями навіть у своїй країні [3]. Ці приклади є показовими, оскільки стає зрозумілим те, що на вільному ринку успішно конкурують ті компанії, які встигли «окріпнути» під «крилом» своєї держави. Якщо ж країна не застосовувала розумну протекціоністську політику, то вона фактично втрачає національну авіацію. Зазначене певною мірою розкриває приховане небажання української влади активно працювати в напрямку підписання угоди.

Аналітики пропонують чотири варіанти розвитку подій. По-перше, посилення Україною політичного тиску щодо підписання Угоди про САП. Тут мають брати участь не лише експерти, а й громадськість та ЗМІ. Дієвим впливовим фактором може стати винесення зазначеного питання на публічне обговорення та залучення представників громадянського суспільства в ЄС. Другим варіантом розвитку подій може стати зміна підходу до переговорів. К.Кульчицька вважає, що такими питаннями мають займатись ключові посадовці: президент або прем'єр-міністр [2].

Третьою альтернативою експерти вважають - ведення переговорів для отримання переваг Угоди про САП без безпосереднього його підписання. Йдеться про активізацію переговорів між Україною і окремими членами ЄС про підписання двосторонніх угод щодо лібералізації авіаційного простору. І четверта альтернатива - імплементація Угоди про САП в частині технічних норм і директив, а також очікування зручного моменту для підписання самої Угоди.

Аналітики вважають проблематичним те, що уряд України намагається певним чином реалізувати всі ці чотири альтернативних варіанти одночасно [2]. Варто спрямувати зусилля на один або два з цих варіантів, і якщо буде вироблено певний план, то стає можливим досягнення кращих результатів.

Повертаючись до аналізу внутрішніх проблем, слід зазначити, що на думку багатьох аналітиків, підписанню Угоди про САП перешкоджає відсутність в Україні процедури інкорпорації регламентів ЄС, що передбачені в даному документі. Тут варто назвати декілька аспектів проблеми: по перше, відсутність плану інкорпорації, по-друге, застаріла процедура узгодження в Міністерстві юстиції нормативно-правових актів для інкорпорації, по-третє, відсутність єдиного органу, який би здійснював координацію зазначеної процедури та мав би власну стратегію розвитку.

Крім нормативних аспектів, варто виділити й такий аспект як наземне обслуговування, тут також чимало перешкод у вигляді завищених цін на паливо, відсутності чітких правил доступу на ринок наземного обслуговування в аеропортах України та інші.

Сьогодні Мінінфраструктури та Державіаслужба створили робочу групу, в яку включили не тільки експертів, а й також представників авіакомпаній та аеропортів. Група розробила план заходів щодо запровадження спільного авіаційного простору України з Європейським Союзом на 2017 рік [1]. Заплановано зміни до таких нормативно-правових актів як Повітряний кодекс України, а також затвердження спрощеного порядку ухвалення норм, що регулюють діяльність у сфері цивільної авіації.

Одним з перших кроків стало підписання робочої домовленості щодо зближення систем сертифікації. Документ було підписано 16 січня 2017 року Державіаслужбою України та Єврокомісією. Міністр інфраструктури Володимир Омелян вважає, що домовленість в майбутньому стане основою для розгляду двосторонньої Угоди з безпеки польотів (BASA) між Україною та ЄС [1]. При цьому європейською стороною було зазначено, що підписання цього документу не завдасть шкоди чинним промисловим стандартам України щодо виробництва повітряних суден та їх компонентів, які не охоплені положеннями Угоди про САП.

Домовленістю визначено план заходів на 5 років, які стосуються систем безпеки сертифікації польотів. Одним з головних завдань є досягнення відповідності зазначених систем у таких сферах як льотна придатність, її підтримання, технічне обслуговування авіатехніки та її складових.

Висновки

Отже, у підсумку, слід зазначити, що в проблемі підписання угоди про САП варто виділити два аспекти: декларований та дійсний. Як Україна так і Євросоюз демонструють бажання підписати зазначену угоду, але насправді не роблять суттєвих кроків у цьому напрямку. Результатом є те, що Угода вже майже сім років залишається без “відкритого неба з Європою”.

Повертаючись до внутрішніх аспектів проблеми, слід зазначити, що підписанню Угоди про САП перешкоджає по-перше, відсутність плану інкорпорації, по-друге, застаріла процедура узгодження в Міністерстві юстиції нормативно-правових актів для інкорпорації, по-третє, відсутність єдиного органу, який би здійснював координацію зазначеної процедури та мав би власну стратегію розвитку.

Список літератури

1. Довгань В. 5 кроків до відкритого неба з ЄС. Як змусити запрацювати заблоковану угоду Європейська правда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eurointegration.com.ua/experts/2017/01/19/7060353/>
2. Кульчицька К. Перспективи приєднання України до спільного авіаційного простору ЄС [Електронний ресурс]: проект ГО “Європа без бар’єрів”. – Київ, 2016. – Режим доступу: <http://europewb.org.ua/wp-content/uploads/2016/12/policy-brief-avia.pdf>
3. Коссе І. Європеїзація авіапростору України: переваги і проблеми, пов’язані з підписанням Угоди про Спільний авіаційний простір // Консультативна робота № 1 [Електронний ресурс]: проект / Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. – Режим доступу: http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/IER/2011/Common_avia_space_PP.pdf
4. Мінінфраструктури сподівається підписати угоду про "відкрите небо" з ЄС до кінця року. Європейська правда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eurointegration.com.ua/news/2015/07/2/7035496/>
5. Щодо стану імплементації Угоди про асоціацію. Міністерство інфраструктури України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mtu.gov.ua/content/shchodo-stanu-implementacii-ugodi-pro-asociaciyu.html>
6. Mariano Rajoy: 'Gibraltar is an anachronism and the last colony' in Europe. The Telegraph [Electronic resource]. - Access: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/gibraltar/10335859/Mariano-Rajoy-Gibraltar-is-anachronism-and-the-last-colony-in-Europe.html>

*І.П. Устинова, к.ю.н.
(Національний авіаційний університет. Україна)*

Деякі питання нормативно-правового регулювання організацій інспекторських перевірок експлуатантів та притягнення до відповідальності на повітряному транспорті

У статті розглянуто нормативно-правові основи проведення інспекторських перевірок експлуатантів, їх правове регулювання та юридичні аспекти процедури притягнення до відповідальності осіб за порушення приписів на повітряному транспорті.

Державне регулювання діяльності в галузі авіації та використання повітряного простору України спрямоване на гарантування безпеки авіації, забезпечення інтересів держави, національної безпеки та потреб суспільства і економіки у повітряних перевезеннях та авіаційних роботах.

Відповідно до ст. 5 Повітряного кодексу Державна авіаційна служба України реалізує державну політику і стратегію розвитку авіації України, здійснює державне регулювання діяльності в галузі цивільної авіації. Одним із пріоритетних напрямків такого регулювання є створення умов для розвитку авіаційної діяльності, повітряних перевезень та їх обслуговування, виконання авіаційних робіт та польотів авіації загального призначення. Реалізація якого здійснюється шляхом:

- 1) розроблення, прийняття та впровадження авіаційних правил України;
- 2) сертифікації суб'єктів та об'єктів авіаційної діяльності;
- 3) ліцензування господарської діяльності з надання послуг з перевезення пасажирів та/або вантажів повітряним транспортом та надання прав на експлуатацію повітряних ліній і призначень авіаперевізникам;
- 4) здійснення постійного нагляду та інспектування дотримання встановлених законодавством, у тому числі авіаційними правилами України, вимог.

Проведення інспекторських перевірок експлуатантів та організацій з технічного обслуговування обов'язково має правову основу, що становить сукупність нормативно-правових актів, які регулюють діяльність, порядок створення та організації, визначають структуру, повноваження або компетенцію.

Нормативно-правовий акт – це письмовий документ компетентного органу, в якому закріплено обов'язкове правило поведінки загального характеру. Він є на цей час пріоритетним джерелом права і поділяється на закони і підзаконні акти. Правотворча форма полягає у виробленні відповідними суб'єктами діяльності правових норм, правил поведінки, які регулюють різні сторони суспільних відносин, що складаються з приводу інспектування експлуатантів та організацій з технічного обслуговування.

Розглянемо основні нормативно-правові акти, які можна поділити на два рівні: національний та міжнародний. До національного законодавства відносяться: закони ВРУ, і підзаконні нормативно – правові акти (постанови КМУ, укази Президента, розпорядження, накази, інструкції, положення, програми, тощо). У юридичному полі міжнародного законодавства щодо питань організації та діяльності експлуатантів та організацій з технічного обслуговування існують різні форми нормативно-правових документів, зокрема: декларації, Міжнародні конвенції, пакти, авіаційні правила, угоди, протоколи, доповіді та звіти Асамблеї та Конференцій ІКАО та ін.

Сьогодні близько двох десятків нормативних актів різного рівня регулюють питання регулювання організації інспекторських перевірок експлуатантів.

Важливим є питання контролю льотної придатності, тобто характеристики зразка авіаційної техніки, що забезпечується реалізацією норм льотної придатності в його конструкції та характеристиках. Згідно з Наказом посади державних інспекторів з льотної придатності можуть бути за такими напрямками: з льотної придатності типу авіаційної техніки; схвалення організацій з технічного обслуговування; схвалення виробництва авіаційної техніки; схвалення розробників авіаційної техніки; схвалення організацій з управління підтримання льотної придатності; видача та перегляд сертифікатів льотної придатності, моніторинг підтримання льотної придатності та програми технічного обслуговування; видача свідоцтв персоналу та схвалення організацій з підготовки до технічного обслуговування.

Державний інспектор з льотної придатності проводить інспектування у сфері льотної придатності, за умови проходження відповідної підготовки.

Державний інспектор на підставі службового посвідчення та спеціального завдання на проведення перевірки має право безперешкодно перевіряти роботу суб'єктів та об'єктів авіаційної діяльності, у тому числі іноземних, на території України, виконання польотів з метою нагляду за забезпеченням безпеки авіації та додержанням авіаційних правил

Державний інспектор на підставі службового посвідчення та спеціального завдання на проведення перевірки має право складати протоколи та розглядати справи щодо суб'єктів авіаційної діяльності у разі здійснення ними правопорушення у галузі цивільної авіації та фізичних осіб у разі здійснення ними адміністративного правопорушення, пов'язаного з порушенням правил безпеки польотів, правил поведінки на повітряному судні, правил міжнародних польотів, правил пожежної безпеки на повітряному транспорті, і накладати на них адміністративне стягнення відповідно до Повітряного кодексу України та Кодексу України про адміністративні правопорушення.

Питання процесуальних аспектів притягнення до відповідальності за порушення законодавства на повітряному транспорті науковцями розроблено незначно, а комплексних досліджень взагалі бракує, тому актуальність теми наявна.

Нормативно-правове регулювання процесуальних аспектів врегульовано Наказом Міністерства інфраструктури України від 26.12.2011

№ 637 «Про затвердження Порядку накладення і стягнення штрафів за порушення вимог законодавства на повітряному транспорті». Цей наказ не став новим нормативним актом, що регулював зазначені процесуальні питання. Цим наказом замінено дію наказу Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації від 02.11.2005 № 823 «Про затвердження Інструкції з оформлення матеріалів про адміністративні правопорушення на повітряному транспорті».

Наказ № 637 встановлює порядок і уточнює процедурні питання розгляду справ про правопорушення у галузі цивільної авіації, а також накладення і стягнення штрафів за порушення вимог законодавства на повітряному транспорті, що поширюється на юридичні особи, що здійснюють діяльність в авіації та фізичні особи, що вчиняють адміністративні правопорушення при користуванні авіаційними транспортними послугами. Наказ повністю розвиває та продовжує регулювання питання публікації зазначене у Повітряному кодексі. Підставою для порушення та розгляду справи, як і будь-якої іншої адміністративної справи є протокол про правопорушення у галузі цивільної авіації, форма якого є частиною наказу.

Відповідно до п. 2.2. Протоколи про правопорушення в галузі цивільної авіації мають право складати Голова Державіаслужби України, його заступники, державні інспектори та уповноважені на проведення перевірок посадові особи Державіаслужби України, керівники аеропортів, начальники служб авіаційної безпеки аеропортів або їх заступники.

Передбачено, і це відповідає загальним правилам, при скоєнні суб'єктом правопорушення на території аеропорту відповідні особи (керівники аеропортів, начальники служб авіаційної безпеки аеропортів або їх заступники) складають протокол про правопорушення у галузі цивільної авіації, підписується посадовою особою, що склала протокол, та керівником або уповноваженим представником, а при наявності свідків, і ними. Цей документ у триденний строк повинен бути направлений до Державіаслужби України. Протокол складається по кожному випадку правопорушення, що теж відповідає чинним загальним правилам притягнення до адміністративної відповідальності.

За загальними правилами, і тими, що розглядаються, відповідно до п. 3.1. за результатами розгляду виноситься постановою про накладення штрафу за правопорушення у галузі цивільної авіації або постановою про закриття провадження у справі про правопорушення у галузі цивільної авіації. При накладенні штрафу застосовується ст. 127 Повітряного кодексу. П. 3.4. Наказу зазначає можливість державним інспекторам та уповноваженим на проведення перевірок посадовим особам Державіаслужби України накладення стягнень у розмірі до п'ятисот неоподатковуваних мінімумів доходів громадян, та не може перевищувати ста неоподатковуваних мінімумів доходів громадян (п. 8.3.), без зазначення складу порушень, що, на нашу думку, дублює Повітряний кодекс, тому що розмір штрафних санкцій у ПК багато більший із зазначенням складів правопорушень. Не зрозуміло, чому питання розміру штрафів рознесено у різні пункти наказу. Мабуть, слід законодавцю зробити відповідні зміни.

Штраф може бути накладено протягом шести місяців з дня виявлення правопорушення, але не пізніше ніж через три роки з дня його вчинення, що також відповідає загальним правилам притягнення до адміністративної відповідальності (п.3.5.). Правила та процедура складання протоколу відповідає вимогам КУпАП.

Наказом передбачено процедуру сплати штрафу порушником, що по порядку і строкам не відрізняється від чинних інших адміністративних процедур, тобто 15-денний строк, або примусове стягнення через виконавчу службу.

Висновки

Враховуючи розглянуті питання, видно, що нормативно-правове регулювання інспекторських перевірок в чинному законодавстві України прописано достатньо повно і чітко, а чинна процедура притягнення до відповідальності за порушення законодавства на повітряному транспорті врегульована на достатньому рівні, та повністю вписується у чинне процесуальне нормативне поле адміністративної відповідальності.

Список літератури

1. Правила сертифікації авіаційної наземної техніки та аеродромного обладнання: затв. наказом Мінтрансу від 29.05.2015 № 345 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.avia.gov.ua/uploads/documents/9899.pdf.
2. Положення про державного інспектора з авіаційного нагляду у Державній авіаційній адміністрації: затв. наказом Мінтрансв'язку від 09.02.2010 // Офіційний вісник України. – 17.05.2010. – № 34. – С. 17, Ст. 1200, код акту 50932/2010.
3. Програма підготовки авіаційного персоналу в галузі авіаційної безпеки: затв. наказом Мінтрансу України від 17.02.2003 № 109 та зареєстрована в Мін'юсті України 17.04.2003 за № 310/7631 // Офіційний вісник України. – 17.05.2010. – № 34. – С. 17, Ст. 1200, код акту 50932/2010.
4. Порядок накладення і стягнення штрафів за порушення вимог законодавства на повітряному транспорті: затв. наказом Міністерства інфраструктури України від 26.12.2011 № 637 // Офіційний вісник України. – 03.02.2012. – № 7. – С. 163, Ст. 272, код акту 60175/2012.
5. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 48-49. – Ст. 536.

*А.О. Раті, кандидат філологічних наук, старший викладач
(Національний авіаційний університет, Київ)*

Складні авіаційні терміни як об'єкт лінгвістичних та перекладознавчих досліджень

У статті розглянуто специфіку функціонування складних термінів у фаховій мові авіації, окреслено основні групи складних авіаційних термінів та подано домінуючі перекладацькі прийоми при відтворенні означених термінів українською мовою.

У сучасному глобалізованому суспільстві термінологія займає важливе місце. На сьогодні, не володіючи спеціальною лексикою, неможливо вивчати і розвивати жодну галузь знань. Швидкий розвиток науки призводить до такого ж стрімкого розвитку і змін уже існуючих систем термінів, що породжує безліч проблем, а їх вирішення має важливе практичне значення. Так, термінологію необхідно стандартизувати і систематизувати, а також оптимізувати процес перекладу термінів з однієї мови іншою. У кожній галузі знань є своя система термінів, тому знати термінологію важливо і тим, хто займається практичною діяльністю, і тим, хто займається безпосередньо наукою.

Сьогоденна наукова парадигма зміщує акцент в галузі вивчення терміна. Термін досліджується як одиниця мови для спеціальних цілей з урахуванням досягнень функціональної стилістики, психолінгвістики, лінгвістики тексту з метою створення концептуальної моделі конкретної науки або галузі знань. Мова для спеціальних цілей як функціональний різновид національної мови, завдяки якій здійснюється комунікація в різних сферах людських знань, розглядається як система знань, надбанням фахівців в результаті їх професійної діяльності і є концептуальною базою когнітивного термінознавства, яка вивчає терміни як динамічні знаки, за допомогою яких відбувається вербалізація наукових понять.

Перш за все необхідно відзначити, що термін є об'єктом вивчення цілого ряду наук, і кожна з них намагається сформулювати своє визначення, в якому будуть враховані характерні особливості даної галузі знань.

Проаналізувавши різні підходи до вивчення терміну, визначаємо термін як мовний знак, що співвідноситься з поняттям і предметом певної професійної сфери, у нашому дослідженні – авіаційної – та на основі цього співвідношення входить до певної терміносистеми як її невід'ємний елемент.

Способи творення термінів різних галузей знань по-різному представлені у численних наукових розвідках. Відповідно до класичної класифікації ми поділяємо всі види термінотворення на:

- семантичний;
- морфологічний;
- синтаксичний.

Під семантичним способом творення термінів ми розуміємо термінологізацію загальноновживаних слів; семантичні переноси значень. Термінологізація загальноновживаних слів (наукове переосмислення

загальновідомого лексичного значення) відбувається трьома основними способами: 1) відмова від загальноприйнятого значення (додавання до слова точного найменування призводить до омонімії в мові і появи в словнику загальноновживаної лексики окремої словникової статті терміна); 2) розширення значення загальноновживаного слова і використання його як терміна; 3) звуження значення загальноновживаного слова: а) звуження, що призводить до повної втрати зв'язку з більш широким значенням; б) звуження, що зберігає ті чи інші зв'язки з попереднім значенням.

Морфологічний спосіб словотворення представлений в лінгвістиці наступними типами: суфіксальний, префіксальний, префіксально-суфіксальний, спосіб складання, спосіб абревіації.

Синтаксичний спосіб термінотворення передбачає творення термінів-словосполучень, утворених поєднанням двох або більш слів; творення складених термінів з простих, вже існуючих в даній підмові.

Розрізняють двокомпонентні, трикомпонентні та багатокомпонентні терміни-словосполучення. Термін-словосполучення, на відміну від слова, налічує ряд особливостей, властивих йому як складовій номінації. Термінологічне словосполучення, будучи вторинним знаком називає складене поняття, семантична структура якого ускладнюється зв'язками між компонентами. Семантика термінологічного словосполучення має подвійний характер. Подібно простому словосполученню термінологічне словосполучення називає складене поняття, і компоненти його значення співвіднесені зі структурою поняття. Стійкість і відтворюваність термінологічного словосполучення робить його схожим з фразеологічним словосполученням. Разом з тим, стійкість термінологічного словосполучення обумовлена стійкістю і відтворюваністю спеціальних понять його складових.

Ми, слідом за Л.Б. Ткачовою, поділяємо складні терміни на:

1) складні терміни – двокомпонентні терміни, які характеризуються творенням шляхом додавання або переосмислення загальнолітературного складного слова, або запозичення з іншої термінологічної сфери, або ж індивідуального термінотворення з елементами класичної мови;

2) термінологічні словосполучення – багатокомпонентні, семантичні, цілісні поєднання, утворені шляхом поєднання двох, трьох і більше термінів;

3) фразові терміни – терміни, в яких синтаксичний зв'язок виражений за допомогою сполучників або прийменників [1, с. 83].

Розглянемо специфіку відтворення авіаційних термінів, що входять до вищезгаданих груп.

Складні терміни. *to abandon airplane* – покидати літак; *to abandon take-off* – припиняти зліт; *to abate noise* – зменшувати шум; *camouflage absorber* – поглинач для радіомаскування; *lateral acceleration* – поперечне прискорення; *operational accident* – (авіаційна) пригода внаслідок порушення експлуатаційних вимог; *altitude acclimatization* – висотна акліматизація; *assigned accuracy* – оцінка похибки; *fueling adaptor* – перехідник для заправлення паливом; *inflatable aerobrake* – надувне аеродинамічне гальмо; *bridge air* – телескопічний тиск; *preflight briefing* – передпольотний інструктаж; *aft cabin* – задній салон; *fog carpet* – зона туману; *seating capacity* – пасажиромісткість; *noise rejection* – заглушення шумів; *reversal zone* – зона зворотнього нахилу; *pilot's workload* – робоче навантаження пілота; *prohibitive overload* – неприпустиме перенавантаження [2].

Термінологічні словосполучення. *Frequency-division multiplex* – частотне ущільнення каналів; *dead reckoning navigation* – навігація методом зчислення шляху; *control rocket motor* – рульовий ракетний двигун; *international frequency monitoring* – міжнародний контроль частот; *aircraft movement message* – повідомлення про рух повітряних суден; *propulsive orbital plane change manoeuvre* – ракетодинамічний маневр повороту площини орбіти; *taxiway intersection marking* – маркування місць перетину рульової доріжки; *circling guidance light* – вогонь керування польотом по колу; *wing chord line* – лінія хорди крила; *stopping position indicator* – показчик місця зупинки; *flight progress information* – інформація про хід польоту; *equivalent shaft horsepower* – еквівалентна потужність на валу; *engine speed holdup* – завісання обертів двигуна; *fuel nozzles group* – блок паливних форсунок [2].

Фразові терміни. *Grade of the pilot license* – клас посвідчення пілота; *safe handling of an aircraft* – безпечне керування повітряним судном; *height above reference zero* – висота відносно початку координат; *at injection into orbit* – у момент виведення на орбіту; *layout of controls* – розміщення органів керування; *moment of inertia* – момент інерції; *network of probes and sensors* – мережа датчиків і сенсорів; *number of turns* – кількість витків; *glass and carbon reinforced leading edge spar* – посилений склоуглецевими волокнами лонжерон носка лопаті несного гвинта; *stalling speed at the 1g breakpoint* – швидкість звалювання при одиничному перенавантаженні [2].

Проаналізувавши переклад складних термінів, термінологічних словосполучень та фразових термінів, висновуємо, що більшість відтворено прийомami дослівного перекладу, калькування та описового перекладу, що є переважаючими перекладацьким трансформаціями в процесі відтворення фахової мови авіації.

Висновки

Дослідження дало змогу дійти висновку, що фахова мова авіації – це складний та багатогранний лінгвістичний феномен, який знаходиться у постійній динаміці та постійному розвитку, що й обумовлює виникнення нових термінів, а особливо утворення складних термінів з простих. У дослідженні окреслено основні групи складних термінів авіаційної галузі, а саме власне складні терміни, термінологічні словосполучення та фразові терміни. Констатуємо, що найбільш вживаними прийомami перекладу згаданих груп є дослівний переклад, калькування та описовий переклад.

Список літератури

1. Ткачева Л. Б. Происхождение и образование авиационных терминов в английском языке : дисс. ... канд. филол. наук / Л. Б. Ткачева. – Омск, 1972. – 211 с.
2. Англо-український словник авіаційних термінів / Уклад.: Р.О. Гільченко – Фастів: КуПол. 2009. – 280 с.

*В.М. Варенко, канд. пед. н., Л.А. Добровольська
(Національний авіаційний університет, Київ)*

Українська авіаційна термінологія: проблеми формування та функціонування

У статті проаналізовано проблеми лексичного формування та функціонування авіаційної термінології на сучасному етапі розвитку української мови. Зроблено історичний екскурс до витоків української авіаційної термінології. Звернуто увагу на лексикографічне опрацювання даної проблематики.

На сучасному етапі розвитку суспільства, розвитку авіаційної галузі, підготовки відповідних фахівців з новою силою постає нагальна потреба унормування, систематизації, відповідності української авіаційної термінології міжнародним нормам, стандартам, практиці використання та функціонування авіаційної лексики в інших мовах. Багато в цьому плані вже зроблено, в тому числі і фахівцями Національного авіаційного університету – існують відповідні стандарти, такі як: ДСТУ 3432 – 96 *Авіаційна наземна техніка*: Терміни та визначення; ДСТУ 3589 – 97. *Системи та комплекси авіаційного обладнання*. Надійність та експлуатація: терміни та визначення; ДСТУ 3590 – 97 *Авіаційна техніка*. Умови польотів літальних апаратів. Терміни та визначення.; ДСТУ 4091 – 2001. *Авіаційна метеорологія*. Терміни та визначення основних понять; укладено словники з авіаційної термінології, опубліковано чимало досліджень. Проте, незважаючи на широке коло дослідників проблеми формування та функціонування авіаційної лексики (Д. Бабейчук, Л. Верхулевська, В. Гейченко, Р. Гільченко, Т. Дячук, І. Ключковська, О. Ковтун, І. Кочан, Л. Халімовська та інші), на нашу думку, проблема досліджена недостатньо і потребує подальшого наукового дискурсу і вивчення.

На жаль, в силу багатьох причин, українська авіаційна термінологія впродовж багатьох років і, особливо, радянського періоду, розвивалася неповноцінно. Одна з головних – це бездержавність, а відповідно і відсутність стратегії розвитку української авіаційної термінології. Адже заперечувалось повноцінне функціонування української мови як такої. Інша причина – могутній вплив «братньої» сусідньої мови, її домінування в багатьох сферах суспільного розвитку, зокрема, і в авіаційній галузі, а звідси – і авіаційної лексики, відверте калькування російських авіаційних термінів, вживання слів-росіянізмів. Сучасні дослідження авіаційної терміносистеми української мови повинні ліквідувати зазначені прогалини, сприяти вдосконаленню та систематизації української авіаційної лексики, зменшенню її русифікації, закріпленню в словниках і державних стандартах власне українських термінів, які були несправедливо витіснені іншомовною лексикою (не тільки російською!).

Історичні витoki формування авіаційної термінології, безперечно пов'язані з появою перших літальних апаратів та розвитком авіабудування.

Цей період припадає на кінець XVIII – поч. XIX ст. На українському ґрунті, як зазначає Л. Халіновська[7, с.93], про системне використання авіаційної лексики можемо говорити від початку XX століття. В цей час з'являється багато словників, серед них: «Словник московсько-український» В. Дубровського (1918 р.), «Словник чужих слів, що вживаються в українській мові» З. Пиптенка (1918 р.), «Русско-украинский словарь» Б. Степаненка (1918 р.), «Словник російсько-український» П. і П. Терпилів (1918 р.), «Словник технічної термінології» М. і Л. Дарморосів (1926 р.), «Правописний словник та правила правопису й розділових знаків» Г.О. Сабалдира та О. Коломацької (1930 р.) та інші.

Ключовими для авіаційної термінології цього періоду стають лексеми *авіація* та *повітроплавання*. Зокрема, в «Словнику технічної термінології» (українсько-російському) (1926 р.) М. та Л. Дарморосів зафіксовано термін *повітроплавання* та його морфологічні варіанти *повітролітання*, *повітроплавба*, серед яких усталився в мові термін *повітроплавання*. У деяких словниках спостерігається заміна іншомовного терміна *авіація* власне українським. Зокрема у «Словнику московсько-українському» В. Дубровського (1918 р.) до лексеми *авіація* засвідчено синонім *літання* та низку лексем, синонімічних до слів із компонентом *авіа-*: *авіаторській* – *літунський*; *авіатор* – *літун*; *авіаційний* – *літальний* тощо[1].

Надалі (кінець 30-х - початку 50-х рр.) спостерігається значний спад у розвитку української термінології і термінографії. На думку Л.Т. Масенко, «нищівних ударів зазнала школа термінознавства, яка склалась у попередній період, після фізичної розправи з мовознавцями, які встигли укласти десятки термінологічних словників, проведення в 1933 р. «викорінення, знищення націоналістичного коріння на мовному фронті» цілковито змінило засади творення терміносистем» [4, с.15].

Натомість особливої уваги заслуговують словники авіаційної термінології, видані поза межами України. Головним центром із середини 30-х рр. XX ст. стає Берлін, зокрема, словниковий відділ Українського Наукового Інституту, який, починаючи з 1936 р., систематично збирає й опрацьовує лексичний матеріал для великого словника української мови та видає серію лексикографічних праць, переважно перекладних: «Німецький та український військовий словник» (40 тис. слів у 2-х частинах) й «Німецький та український летунський словник (близько 20 000 слів) Івана Ільницького-Занковича. У німецькій та українській частинах обох словників міститься близько 60 тисяч термінів, які належать до військової галузі[2, 3]. Щодо останнього, то, як підкреслює Л. Халіновська, «уперше впродовж означеного періоду було створено вузькофаховий авіаційний словник, який містив значний масив термінів, утворених на власномовному ґрунті (здебільшого вдало замінюючи запозичення)» [7, с. 96]. Порівняємо: амфібія – *водоземець*; планер – *вітрун*; дерижабль – *повітроплав*; парашутист – *летопадник*; стрибок з парашутом – *летоскок*; планерування – *вітрування*; посадка – *осідання*; гідроплан – *водолітак* тощо. Чи виправдана така практика – формувати авіаційну термінологію, максимально залучаючи ресурси власної мови, водночас не скочуючись до пуризму (заперечення потреби запозичувати

терміни інших мов)? На нашу думку, однозначно так. Проте, на жаль, зазначена власне українська лексика не прижилась в авіаційній галузі. Причини треба шукати в суспільно-політичній площині, ідеології комуністичного режиму. Що заважає сьогодні змінити ситуацію, адже зникли ідеологічні бар'єри, маємо власну, українську державу? Нічого, крім традицій та мовної практики. Отже, вкрай необхідно залучати відповідних фахівців з метою унормування, систематизації, осучаснення української авіаційної термінології.

Треба зазначити, що 60-80 роки ХХ ст. позначились певним поживленням в сфері формування української авіаційної термінології (напр., «Російсько-українському технічному словнику» що нараховував близько 80 000 термінів), проте ця робота не була позбавлена ідеологічних догм.

90-ті рр. ХХ ст., зі здобуттям Україною незалежності, і до сьогодні характеризуються активною лексикографічною діяльністю. Серед низки виданих праць виокремимо «Російсько-український військовий словник» (1992) за ред. О.О. Лісної, «Російсько-український словник для військовиків» А.Бурячка, М. Демського та Б. Якимовича (1995), словник «Російсько-українсько-англійська авіаційна термінологія» Д. Г. Бабеичука (близько 4000 українських, російських та англійських термінів) та «Російсько-український авіаційний словник» (8 тисяч термінів) за редакцією Г. О. Кривова (1997), «Російсько-український словник наукової термінології: Математика. Фізика. Техніка. Науки про Землю та Космос» за редакцією В.В. Гейченка, В.М. Завірюхи, О.О. Зеленюк та ін. (1998).

Особливо треба виділити праці викладачів Національного авіаційного університету такі як: «Російсько-український словник авіаційних термінів» (2004 р.) у двох томах за редакцією В.П. Бабака, де вперше зафіксовані терміни *авіаконцерн*, *авіалайнер*, *авіафрахт*, *аеротаксі* та інші, «Глумачний словник авіаційних термінів» (укл. Л.Ф. Верхулевська, С.С. Кіраль, М.В. Луцюк, Л.Г. Скуратівська та Н.Ю. Ясакова за загальною редакцією М.С. Кулика (2007), двотомний словник авіаційних термінів Н. М. Кириченко й В. В. Лободи, словник термінів з авіоніки Л.Г. Скуратівської та Л.Ф. Верхулевської та інші праці. Так, наприклад, «Глумачний словник авіаційних термінів» містить близько 1200 термінів і термінологічних словосполучень.

На нашу думку, окремою проблемою є проблема радіообміну українською мовою у повітряному просторі України. У «Повітряному кодексі України», який був затверджений у 1993 році, коли Україна мала значні амбіції щодо власної незалежності й самодостатності, виписано, що «ведення радіообміну між органами обслуговування повітряного руху на території України та екіпажами повітряних суден України здійснюється українською або російською мовою, а з екіпажами повітряних суден зарубіжних держав – англійською або російською мовою»[5]. Однак розвиток української авіаційної фразеології радіообміну так і не відбувся. Свідченням цього є документ, який набув чинності у 2004 році «Про затвердження Правил ведення радіотелефонного зв'язку та фразеології радіообміну в повітряному просторі України», в якому зазначено, що «ведення радіообміну між екіпажами

повітряних суден, органами обслуговування повітряного руху та відповідними наземними службами на території України, у повітряному просторі України та повітряному просторі над відкритим морем, де відповідальність покладено на Україну, здійснюється англійською або російською мовою»[6]. Необхідність використання англійської мови є зрозумілою (в міжнародному повітряному просторі необхідна одна-єдина мова спілкування), але чому друга – російська і тільки російська? Така ситуація може цілком задовольняти авіаційних чиновників, але аж ніяк не свідому частину авіаційного персоналу та й народу України загалом.

Висновки

Короткі висновки будуть не зовсім втішними. По-перше, українська авіаційна термінологія, незважаючи на досить тривалий період практики розвитку і використання до сьогодні перебуває на стадії формування і потребує інвентаризації, систематизації й упорядкування, мовної уніфікації, освоєння й адаптації запозичених термінів.

По-друге, на жаль, впродовж багатьох років (радянський період!) українська авіаційна лексика свідомо насичувалась російськомовними чи калькованими з російської мови термінами і така практика уже стала традицією.

По-третє, у зв'язку з попереднім висновком, зауважмо, що залишився незайманим величезний пласт власне української термінологічної лексики і то на сьогодні не є предметом широкої дискусії і зацікавлення відповідних державних мужів і фахівців.

І останнє. Прикро, що проблема радіообміну в повітряному просторі українською мовою за роки незалежності не набула відповідної ваги. Будь-яка держава, що поважає себе, мусила б звернути на цю проблему першорядну увагу (принаймні на рівні внутрішніх повітряних рейсів!).

Список літератури

1. Дубровський В. Словник московсько-український. – К.: Рідна мова, 1918. – 361 с.
2. Ільницький-Занкович І. Німецький та український військовий словник / Deutsches und ukrainisches militärisches Wörterbuch. – Берлін: Вид-во Бернгард і Грефе, 1939. – 504 с.
3. Ільницький-Занкович І. Німецький та український летунський словник / Deutsches und ukrainisches Fliegerwörterbuch. – Берлін: Вид-во Бернгард і Грефе, 1939. – 206 с.
4. Масенко Л. Мовна політика в УРСР: історія лінгвоциду // Л. Масенко Українська мова у ХХ сторіччі: історія лінгвоциду. Документи і матеріали / Упор.: Л. Масенко, В. Кубайчук, О. Демська-Кульчицька; За ред. Л. Масенко. – К.: Видав. дім "Києво-Могилянська академія", 2005. – 399 с.
5. Повітряний кодекс України // Відомості Верховної Ради. – 1993. – № 25. – Ст. 274.

6. Про затвердження Правил ведення радіотелефонного зв'язку та фразеології радіообміну в повітряному просторі України // Наказ Міністерства транспорту України № 486 від 10.06.2004.

7. Халіновська Л. А. Українська авіаційна термінологія у лексикографічному опрацюванні // Л.А. Халіновська / Українська мова, 2014, №3. – С. 93–104.

*А.О. Давиденко, викладач кафедри іноземної філології
(Національний авіаційний університет, Україна, Київ)*

Проблеми мовної компетенції в галузі цивільної авіації

В статті висвітлюються основні лінгвістичні труднощі, в авіації, які призводять до певного мовного непорозуміння. В зв'язку з цим англійську мову треба розглядати як загальну мову для міжнародного авіаційного зв'язку і розробити єдиний стандарт володіння англійською мовою з погляду розуміння та говоріння.

Авіація – це саме та галузь, яка потребує міжнародних стандартизованих і узгоджених положень та правил. Як і в інших видах діяльності, мова і засоби зв'язку вважаються основним способом роботи. Але ніде мова та зв'язок не вважаються настільки критичними, а непорозуміння радіозв'язку між «пілот-диспетчер» настільки катастрофічним, як при керуванні повітряним рухом. Використання однієї мови це найкращий спосіб вирішення проблеми в безпеці та виконанні польотів. Як показує міжнародний досвід, відношення щодо експлуатації та безпеки польотів поставили англійську мову в цивільній авіації на перше місце. Для більшості, хто використовує цю мову в керуванні повітряним транспортом англійська вважається іноземною.

Основними пунктами регулювання, які значно впливають на знання та використання англійської мови в цивільній авіації є наступні пункти, застосування міжнародних стандартів та рекомендованої практики, статус англійської як авіаційної мови за національними правилами. Політичні та культурні наслідки можуть створити перешкоди для використання англійської мови, як єдиної, в повітряному просторі, яка призначена для міжнародного користування. В деяких країнах світу використання англійської мови не регулюється національними правилами, а якщо і регулюється, тоді національна мова має подібний статус з англійською. Якщо в деяких регіонах неможливо використовувати англійську мову як єдину з політичних причин, тоді в якості мінімальної вимоги з безпеки польотів та їх потужності, англійська мова повинна бути за вимогою екіпажу обов'язковою на всіх наземних зупинках, які обслуговують аеропорти, маршрути та міжнародні перевезення. Як показує міжнародний досвід, в кожній державі свої вимоги у вивченні іноземної мови. У деяких країнах високі стандарти та вимоги щодо знань англійської мови.

Зазвичай це певний рівень володіння загальною англійською мовою. З іншого боку, існують країни, які не дотримуються таких вимог, але якщо все таки ці вимоги висувають, тоді це володіння однією іноземною мовою і не обов'язково англійською. Якщо брати до уваги мовну компетенцію пілотів та авіадиспетчерів, то їх рівень володіння англійською мовою різний, а це значно відображається на ефективності та безпеці польотів. За національними правилами, в якості стандарту слід вимагати знання англійської мови на

відповідному міжнародному рівні, як для пілотів так і для диспетчерів і допоміжного персоналу – включити англійську мову до програми навчання. Як зазначалося вище, в інших країнах снують різні вимоги щодо покращення знань з англійської мови. Деякі країни вимагають пройти курси по підвищенню кваліфікації, а також регулярних перевірок, в той час як в інших країнах після отримання свідоцтва мовні перевірки та курси підвищення кваліфікації відсутні. Лише курси підвищення кваліфікації та періодичні перевірки можуть дати позитивні результати та забезпечити відповідний рівень знань з англійської мови.

Особливу увагу слід приділяти радіотелефонній фразеології, а також володінню загальною мовою, оскільки фразеологія не здатна повністю задовольнити всі вимоги щодо ведення зв'язку. Відповідно, це повинно стосуватися тих осіб, для яких англійська є іноземною мовою, а також і для тих хто є носіями мови. Найкраще ситуацію по відношенню володіння англійською мовою диспетчерами уявляють собі пілоти, тому що їм доводиться щоденно виконувати польоти по всьому світу. За словами пілотів, мовна проблема є глобальною і постійною в усіх місцях і масою проблеми як з радіотелефонною так і з звичайною англійською мовою. Насправді, недостатнє володіння англійською мовою або одночасне використання двох мов, може призвести до серйозних катастроф наприклад, зіткнення повітряного транспорту з землею, відказ систем управління під час польоту, пожежі на борту, саботажу, зіткнення в повітрі, приземленні, повне використання запасів пального і багато іншого

Найпоширенішими мовними проблемами вважаються такі пункти як, невідповідне застосування авіаційної фразеології, застосування двох мов, коли пілоти не розуміють де перебувають інші повітряні судна. Головною проблемою у непорозумінні є також фонетичний нюанс тобто правильна та відповідна вимова. Розуміння пілотами повітряної ситуації та їх активна участь в повітряному русі зазнає значного впливу щодо безпеки та ефективності польоту. Застосування двох мов в одному повітряному просторі, а це повсякденна та подібна ситуація в усьому світі, не гарантує безпеку польотів та їх ефективність та продуктивність. За таких умов, пілоти не мають можливості активно приймати участь повітряному русі

Тому, міжнародні стандарти підтримують будь які дії, які націлені на використання англійської мови як єдиної у застосуванні авіаційного зв'язку, тому ще це найкраще та найдоцільніше рішення, яке надає безпеку польотів та її ефективність. Кількість літаків на нашому небі щороку зростає, тому питання з безпеки авіації стає дуже важливим та актуальним. Міжнародна організація з цивільної авіації вивчила 28000 катастроф повітряного транспорту і виявила, що більш ніж 70% причин таких випадків рівень англійської мови при радіообміні. Ось чому стандарти ІКАО вимагають досягнення мінімального 4-го робочого рівня володіння англійською мовою за шкалою ІКАО всіма пілотами та авіадиспетчерами включно, які обслуговують міжнародні рейси.

Висновки

Отже, треба зробити висновок, що компетентний підхід активно завоює позиції в лінгвістичній освіті, змінюючи традиційне уявлення щодо цілей підготовки спеціаліста як простої передачі йому мовних знань і формування мовних навичок та вмінь. Володіння англійською мовою як простим комунікативним інструментом вважається головною умовою для пілотів та диспетчерів, які планують працювати в авіаційній сфері. З розвитком нових технологій, із застосуванням голосового зв'язку, тенденція до використання англійської мови збереглася. Після того як утворилося ІКАО, застосування англійської мови при міжнародних перевезеннях було закріплено в нормативних документах. Однак, катастрофи, які виникають внаслідок непорозуміння між пілотом і диспетчером через обмежене володіння англійською мовою, все ще відбуваються і цьому підтвердження статистика аварій повітряного транспорту.

Список літератури

1. Hymes D. On Communicative Competence / D. Hymes; in J.B. Pride and J. Holmes. New York: Harmondsworth: Penguin, 1972. – 156 p.
2. Кулик Н.С. Энциклопедия безопасности авиации / Н.С. Кулик – М.: Техника, 2008. – 100с
3. Овчаров В.Е. Человеческий фактор в авиационных происшествиях, авиации / В.Е. Овчаров. – М.: Полиграф, 2005. – 278 с.
4. Сулова Г.А. Англійська мова, ІКАО: / Г.А. Сулова, Л.С. Іщенко, Т.В. Тарнавська. Навчально-методичний посібник. – К.: НАУ, 2004. – 124 с.
5. Шумилов И.С. Предотвращение авиационных происшествий / И.С. Шумилов – М.; Изд-во МГТУ им. Баумана, 2005. – 256 с.

*І. В. Бурлакова, д. філол. н., О. В. Швед, к. істор. н., Т. М. Дячук, к. філол. н.,
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

Абревіатури термінополя «безпека авіації» як вияв універсальної тенденції до економії засобів вербального вираження, їхня класифікація та характеристика

Досліджується абревіатурний спосіб утворення авіаційних термінів. Абревіатури розглядаються з погляду їх функціонування; здійснено спробу дати рекомендації щодо вживання абревіатур у комунікативних актах.

Міжнародний досвід експлуатації цивільної авіації свідчить, що на безпеку польотів впливають різні чинники, зокрема й комунікативний.

У цивільній авіації встановлені нормативні форми мовних службових відносин та правила їх реалізації в умовах виконання польотів. З-поміж головних принципів, на яких ґрунтуються норми фразеології екіпажу під час польоту, виділяється й такий: «... кількість слів в сеансах радіозв'язку та їх тривалість повинні бути (за можливістю) мінімальними» [4, с. 87-88].

Отже, важливим чинником безпеки польотів на міжнародному рівні визнано лаконічність мови як форми передачі авіаційних повідомлень.

Об'єктом нашого дослідження є термінополе «безпека авіації», зокрема абревіатурний спосіб утворення нових термінів. Мета – дослідити особливості творення абревіатур в системі сучасної авіаційної термінології з метою оптимізації зовнішньої форми термінів.

Від інших типів складних слів абревіатури відрізняються тим, що утворюються не від цілих, а усічених основ чи «усічених відрізків слів, які входять у синонімічне словосполучення, опорний елемент яких може бути цілим, неусіченим словом» [5, с. 175].

Інтенсивне входження в комунікацію абревіатур зумовлене як екстралінгвальними чинниками, зокрема посиленням міжнародних зв'язків України в авіаційній галузі, співпрацею із міжнародними організаціями ІКАО, ІАТА тощо, так і власне мовними – абревіатури з'являються унаслідок дії універсальної загальномовної тенденції до економії засобів вербального вираження, що діє в усіх мовах світу без винятку.

Характерною ознакою абревіатур є те, що вони «виникають услід за повним найменуванням», тому в мові паралельно функціонують абревіатури й словосполучення, на основі яких вони утворені, наприклад, *літак з ГТД (літак газотурбінним двигуном)*. Прикметно, що багатокomпонентні терміни, зазнаючи компресії, утворюють нові слова, не змінюючи семантики вихідного терміна: *авіаційний двигун – авіадвигун* тощо.

Абревіатури структурно відрізняються від слів, на базі яких утворені. Зокрема вони компактніші за будовою, мають власні граматичні ознаки.

Традиційно з-поміж абревіатур виокремлюють *ініціальні, складові, змішані та комбіновані*. Окремі дослідники виділяють ще один тип – *графічні*

(умовні) [6, с. 8–9]. У дослідженні спиратимемося на цю класифікацію типів абrevіатур.

До **ініціальних** абrevіатур (акронімів) належать лексичні одиниці, що виникли з початкових звуків чи літер складного найменування, тому серед ініціальних абrevіатур прийнято виділяти літерні, звукові, літерно-звукові, літерні та звукові з числовими складниками: *АБ* ← *авіаційна безпека*, *БП* ← *безпека польотів*, *САБ* ← *служба авіаційної безпеки*, *Ан-78* ← *літак КБ Антонова*, *РТІ “Нагляд – 2 м”* – *рентгенотелевізійний інтроскоп «Нагляд – 2 м»*. Літерні абrevіатури, наприклад, *РЛС* – ер-ел-ес (радіолокаційна станція). Звуковими називають абrevіатури, які вимовляють не за назвами літер, а за звуками, наприклад: *ПАХ* – *п-оверхнева а-кустична х-виля*; *НКАУ* – *на-аціональне к-осмічне а-генство У-країни*.

До позитивних ознак ініціальних абrevіатур можна віднести ту обставину, що творяться вони найлегше, проте, варто відзначити, що такими абrevіатурами не слід зловживати.

У сфері функціонування, що віддзеркалює складну картину конкретно-галузевого терміновтворення і терміновикористання, іноді спостерігаємо засилля ініціальних абrevіатур. Наприклад, у навчальному посібникові [2, с. 87] нами виявлено 27 ініціальних абrevіатур лише на одній сторінці. Автори посібника апелюють до різних нормативних документів СБУ, МВС, інших міністерств та відомств України, у тому числі документів Верховної Ради. У тексті підручника функціонує абrevіатура *ВР* на позначення різних понять – Верховної Ради та вибухової речовини. Звичайно, контекст допоможе зрозуміти, про що йдеться. Проте, на нашу думку, не варто насичувати текст подібними абrevіатурами, особливо зважаючи на те, що в мові уже є абrevіатури, які отримали широке визнання та розповсюдження.

Окремі ініціальні абrevіатури здатні викликати додаткові небажані асоціації, наприклад, *ВОР* – всеспрямований ультракороткохвильовий радіомаяк [3, с. 13]. Обидві лексичні одиниці – абrevіатура і повне найменування, на нашу думку, є невдалими. Не треба забувати, що термін – це символ, етикетка наукового поняття, він має бути лаконічний і милозвучний, не викликати додаткових змістових асоціацій чи конотацій.

Трапляються помилки під час перекладу ініціальних абrevіатур. Наприклад, у російській мові є абrevіатура *ВОРЛ* – *вторичный обзорный радиолокатор*. Оскільки українською мовою це терміносполучення перекладається як *вторинний оглядовий радіомаяк*, то логічно, щоб українська ініціальна абrevіатура мала вигляд *ВОРМ*, проте автори перекладають як *ВОРЛ* і в українській частині [3, с. 13].

Іншою проблемою, на нашу думку, є немілозвучність багатьох, зокрема й ініціальних абrevіатур, і як наслідок, такі абrevіатури важко вимовляються: *ЗДСПТ* – *загальнодержавна система протидії тероризму*.

Складові абrevіатури утворюються шляхом усічення основ двох або більше слів. Прикладом вдалого утворення абrevіатури цього типу є *Укравіатранс* – *Державний департамент авіаційного транспорту України*. Одним словом автори заміняють терміносполучення, утворене з 5-и компонентів. Таку абrevіатуру не можна «розгорнути» до повного

терміносполучення, адже два компоненти з п'яти опущені. На нашу думку, такі аббревіатури доцільні, оскільки відповідають призначенню термінів – бути символом мовного знаку, не розростаючись до дефініції. Тенденція до заміни поліструктурних термінів одноструктурними є досить позитивною, бо сприяє лаконізації наукової мови.

Змішані аббревіатури утворюються з початкової частини (частин) і повного слова: *авіасалон* – *авіаційний салон*; *авіазавод* – *авіаційний завод*, *Державіаслужба* – *Державна служба авіації* та ін.

Та обставина, що форма одного слова залишається незмінною, з одного боку, забезпечує більшу прозорість внутрішньої форми термінів, полегшує сприйняття та розуміння їх змісту реципієнтами, а з іншого, прискорює детермінологізацію та подальшу кодифікацію таких лексичних одиниць.

В авіаційній терміносистемі надзвичайно продуктивними є універбати (конденсати, компресиви) – лексеми, утворені стисненням компонентів словосполучення внаслідок поєднання усиченого слова – означення та повного слова-означуваного. Початковими скороченими компонентами найчастіше виступають запозичені лексеми-морфеми – складні терміни-композиції з основами **авіа-** (*авіадизель*, *авіатраса*, *авіафрахт*), **аеро-** (*аеролог*, *аеролоція*, *аеротаксі*) тощо. Наприклад, у словникові Н. Кириченко та В. Лободи [3] нами виявлено 70 термінів-аббревіатур з першим компонентом **авіа-**: *авіалінія* – *авіаційна лінія*, *авіапошта* – *авіаційна пошта*, *авіаквиток* – *авіаційний квиток*, *авіаметеослужба* – *авіаційна метеорологічна служба*; більше 250 термінів з компонентом **авто-**: *автопілот ЛА*, *автоводозаправник*, *автодалекомір*; 408 термінів з компонентом **аеро-**. Дослідивши лексичні одиниці з останнім компонентом, з-поміж них ми виявили 102 терміни-однослови, переважна більшість з яких складається з двох коренів (64 терміни): *аеробус*, *аеровокзал*. Менша кількість терміноодиниць містить у своєму складі 3 (32 одиниці): *аеродинамометр*, *аерофоторозвідка*, *аерогідролaborаторія* і в поодиноких випадках 4 (6 термінів) корені: *аерофотограмметрист*.

Графічні аббревіатури утворюються вичленовуванням першої літери простого або складного слова чи словосполучення: *Т-подібний*, *У-подібний*, *S-подібний*, *пА* ← *п-іко-а-мпер*.

Комбіновані аббревіатури утворюються від поєднання інших, названих вище типів: *УКХ-прийомопередавач* (*ультракороткі хвилі*), *мініБІПКА* (*багаторазовий повітряно-космічний апарат*).

На сьогодні в авіаційній терміносистемі української мови широко представлений тип часто вживаних в авіації міжнародних аббревіатур-кальок (українською мовою перекладають їх зміст, проте форма залишається незмінною): *ICAO* (*International Civil Aviation*) – Міжнародна організація цивільної авіації; *IATA* (*The Air Transport Association*) – Міжнародна асоціація транспортної авіації; *MWARA* – зона головних світових авіаліній, *RTOL* – повітряне судно вкороченого зльоту й посадки.

Функціонування таких аббревіатур, з одного боку, пов'язане з дією міжнародних стандартів авіації, які поширюються на ті країни, які входять зокрема до Міжнародної організації цивільної авіації *ICAO* або інших

подібних організацій; а з іншого, входженням таких абrevіатур до міжнародного науково-технічного термінологічного фонду.

У підсумку варто наголосити на тому, що абrevіатури максимально відповідають вимогам мовної економії, які висуває сучасна наука до термінів як особливого виду спеціальних найменувань. Позитивними ознаками абrevіатур можна вважати, з одного боку, лаконічність їх форми, а з іншого, вони мають вищий ступінь конкретизації понять і передають декілька «ідей» одним словом.

Проте не варто забувати, що абrevіатурний спосіб утворення лексичних інновацій таїть в собі й небезпеку – може стати причиною непорозумінь та технічних помилок.

Розглянувши абrevіатури, що вживаються в термінополі «безпека авіації», ми дійшли висновку, що в актах комунікації не варто використовувати абrevіатури ініціального типу. З функціонального погляду найбільш доречними в усному чи писемному дискурсі є абrevіатури змішаного типу, оскільки наявність цілого, неусіченого слова забезпечує більшу прозорість внутрішньої форми таких терміноодиниць, полегшує сприйняття та розуміння їх змісту.

Свідомо моделювати авіаційну терміносистему, здійснювати ефективне термінологічне планування можна лише за умови всебічного вивчення та оцінки мовних явищ на предмет їх позитивних і негативних характеристик та адекватності вимогам, що ставить сучасна наука до термінів як спеціальних мовних знаків наукових понять.

Список літератури

1. Авіаційна безпека. Збірник документів. – К. : НАУ, 2003. – 235 с.
2. Авіаційна безпека. Навч. посіб. / Укл. Дмитриченко М. Ф. та ін. – К. : НТУ, 2013. – 104 с.
3. Кириченко Н. М. Російсько-український словник авіаційних термінів: У 2 томах / Н. М. Кириченко, В. В. Лобода. – К.: Техніка, 2004. – Т. 1. – 2004. – 519с.; Т.2. – 2004. – 447с.
4. Колосов В. А. Организация речевого взаимодействия экипажей и диспетчеров УВД при совместной деятельности) / В. А. Колосов // Психологические проблемы повышения работоспособности летного и диспетчерского состава гражданской авиации: Межвуз. темат. сбор. научных трудов / под ред. Ю. З. Захарьянца / Академия ГА. С.-Петербург, 2000. – 160 с.
5. Русская грамматика: Учеб. пособие. – Т. 1. – М. : Наука, 1980. – 253с.
6. Селіванова О. Сучасна лінгвістика: термінологічна енциклопедія / Олена Селіванова. – Полтава: Довкілля. – К, 2006. – 716 с.

*О.В. Ковтун, док. пед. наук, А.Г. Гудманян, док. філол. наук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Методика вдосконалення умінь читання та роботи з бортовою літературою у майбутніх пілотів

Розкрито види професійної діяльності пілотів, що вимагають розвинених умінь сприймати інформацію з паперових та електронних носіїв. Описано систему вправ на формування умінь вірогіднісного прогнозування, вмінь сприймати інформацію за ускладнених умов читання, вмінь добирати / шукати інформацію в бортовій довідковій літературі.

Велику роль у професійній діяльності пілотів відіграє читання. Беручи до уваги той факт, що діяльність пілота як оператора складної авіаційної системи управління пов'язана з перевантаженням інформаційного поля, лімітом і дефіцитом часу, роботою в умовах стресу, і у зв'язку з обмеженими можливостями оператора, авіаційні експерти дійшли висновку, що покладання винятково на пам'ять людини, що керує повітряним судном (ПС) у момент виконання нею безпосередніх професійних обов'язків, є недостатнім для безпеки польоту. У нестандартних ситуаціях польоту необхідні операції і дії, що не часто виконуються цими фахівцями у стандартних умовах польоту, в таких випадках високою є вірогідність порушень у послідовності й точності дій. Тому в роботу екіпажу ПС впроваджуються технології, покликані мінімізувати ці ризики. На борту ПС передбачена бортова бібліотека, яка, наприклад, для літаків сімейства McDonnell Douglas налічує більше десятка назв. 3-поміж них: Operations Manual – керівництво з льотної експлуатації конкретного типу ПС, що розроблюється виробником ПС і містить усю необхідну інформацію щодо експлуатації конкретного типу ПС; Керівництво з виконання польотів, що розроблюється на основі Operations Manual, але містить окрім цього інформацію про авіакомпанію, яка експлуатує ПС, її устрій, професійні обов'язки працівників.

Оскільки Operations Manual є дуже об'ємним документом, що охоплює кілька томів і тисячі сторінок, на його основі розроблено низку документів, що призначені для конкретного етапу або ситуації польоту. Зокрема, на кожному етапі польоту екіпажем ПС застосовуються спеціальні карти (напр., CREW AT THEIR STATIONS, BEFORE START & PUSHBACK, AFTER START CHECKLIST, TAXI CHECKLIST, BEFORE TAKE-OFF CHECKLIST, AFTER TAKE-OFF CHECKLIST), за якими екіпаж ПС звіряє готовність судна до виконання кожного етапу польоту. Читання цих карт, звірення зазначених у них вимог із реальними показниками, здійснюється вголос і є обов'язковою частиною роботи екіпажу ПС. Інформація щодо методики і технології виконання польоту пропонується в спеціально розробленому для екіпажу довіднику Aircraft Flight Manual. Інший довідник – Flight Crew Operational Manual – містить дані щодо технічних показників ПС, опис систем, процедури експлуатації тощо. 3-поміж інших важливих довідників, до читання яких

добігає екіпаж ПС, доцільно відзначити Minimum Equipment List, у якому міститься інформація про відмови обладнання і збірники Jeppesen, які пропонують аеронавігаційну інформацію. Бортова бібліотека охоплює довідники, що містять інформацію для польотів у нормальних умовах (Normal procedures) та для нестандартних ситуацій польоту (Abnormal procedures). Зокрема, Quick Reference Heading розроблено спеціально для того, щоб пілот міг швидко знайти необхідну інформацію щодо певної нестандартної ситуації в польоті в умовах дефіциту часу.

Окрім цього, новітня авіаційна техніка обладнана сучасними електронними комп'ютерними системами, які у випадку нестандартних ситуацій польоту пропонують пілоту можливі варіанти розв'язання проблеми. Інформація подається на дисплеях комп'ютерів і читання є єдиним способом оволодіння цією інформацією.

У цьому зв'язку не викликає сумнівів необхідність організації в навчальному процесі спеціальної роботи щодо вдосконалення у майбутніх пілотів умінь працювати з текстовим матеріалом, сприймати і обробляти інформацію з паперових та електронних носіїв.

Читання як вид мовленнєвої діяльності має свою психофізіологічну природу, тому робота з розвитку тих чи тих умінь читання характеризується певною специфікою. Значна увага в роботі з розвитку умінь сприймати інформацію з паперових носіїв повинна бути спрямована на формування вмінь вірогіднісного прогнозування. Наведемо приклади з переліку використовуваних вправ:

- Прочитайте текст. Зверніть увагу, що в кожному рядку тексту пропущено по дві перші й останні літери.
- Прочитайте текст із пропущеними словами. Намагайтеся зробити це якомога швидше.
- Згадайтеся, про що йдеться в тексті за ключовими словами.
- Перегляньте подані цифрові дані. Яка інформація може приховуватися за ними?
- Спробуйте визначити зміст статті за її заголовком.
- Спробуйте визначити заголовок за змістом статті.

Оскільки професійно-мовленнєва діяльність пілотів часто відбувається на завадогенному тлі, в навчальному процесі передбачається комплекс вправ, покликаний сформувати в майбутніх авіаторів уміння сприймати інформацію за ускладнених умов читання. Наведемо приклади таких вправ.

Вправа. Прочитайте текст А про себе, одночасно слухаючи текст В, який читає вголос викладач. По пам'яті передайте англійською мовою основний зміст текстів.

А. У Китаї шестеро терористів намагалися захопити пасажирський лайнер, однак екіпаж та пасажери зуміли відбити напад і здати зловмисників владі. За даними ЗМІ, спроба захоплення літака Tianjin Airlines, який здійснював рейс GS7554 з міста Хотан до Урумчі, відбулася приблизно через 10 хвилин після зльоту. Шестеро людей намагалися прорватися до кабіни пілотів, однак були зупинені стюардесою та пасажирями. Смеро людей у результаті бійки дістали поранення. Зловмисників зв'язали і літак повернувся

до аеропорту, де їх здали правоохоронцям (Джерело: <http://www.avianews.com.ua/category/international/>)

В. План створення компанії Wizz Air виник у червні 2003 року, коли шестеро людей із багатим досвідом у сфері авіаперевезень і послужним списком у різних галузях об'єдналися в команду на чолі з Джожефом Вараді, головним виконавчим директором компанії. Усього через три місяці Wizz Air стала зареєстрованою компанією, що була готова здійснювати в небо. Перший політ відбувся 19 травня 2004 року з містечка Катовіце. Сьогодні Wizz Air має 15 діючих баз у регіоні. Перельоти здійснюються у більш ніж 220 напрямках (Джерело: <http://www.avianews.com.ua/avia/wizzair/>).

З-поміж інших вправ, що готують студентів до сприйняття інформації за ускладнених умов, доцільно використовувати такі:

- Прочитайте текст про себе, одночасно рахуючи вголос англійською мовою. Передайте усно українською мовою основний зміст тексту.
- Прочитайте текст про себе, плескаючи в долоні, відбиваючи ритм і т. ін.

Оскільки практичною метою навчання читання є розвиток у студентів умінь читати тексти з різним рівнем розумінням інформації, що в них закладена, доцільно використовувати вправи на читання з розумінням основного змісту (ознайомлювальне читання), з повним розумінням змісту (вивчаюче читання), з вилученням конкретної (необхідно значущої) інформації (пошуково-переглядове читання). На етапі навчання студентів сприймати інформацію, що надходить до них за візуальними каналами з паперових і електронних носіїв, застосовується спеціально розроблена серія вправ. Наведемо приклади.

Вправа. Прочитайте текст. Визначте його тему і основну думку

Ethiopia has become the second country after Japan to take delivery of the Boeing 787 Dreamliner. Ethiopian Airlines, one of Africa's biggest airlines, has bought 10 of Boeing's flagship aircraft, which are built from lightweight material, rather than aluminium, to save fuel. When the first Dreamliner arrived, it was a very proud moment for the company's workers and many took photographs of the new plane. "As a continent this shows how much we are making progress as Africans... competing on the global stage and changing our image", Ethiopian Airline head T.Gebremariam told reporters at Addis Ababa's Bole International Airport. Japan Airlines and All Nippon Airways are the only two airlines already operating Dreamliner aircraft (Джерело: <http://www.bbc.co.uk/news/world-africa-19293543>).

Вправа. Прочитайте текст англійською мовою. Виконайте тест на розуміння прочитаного (вкажіть правдивість / хибність зазначених позицій).

More patience and new methods of presenting information could improve ATC communications with non-native English-speaking pilots.

Native English-speaking air traffic controllers need to speak more clearly, more slowly and to be patient with pilots, who do not immediately understand their instructions, according to U.S. air carrier pilots who offered their observations as part of a U.S. Federal Aviation Administration (FAA) study.

A report on the study – the sixth in a series by the FAA Civil Aerospace Medical Institute – recommended research to determine “the optimal speech rate” for delivering air traffic control (ATC) information, to identify how controllers and

pilots communicate in “non-standard situations” involving such factors as thunderstorms and air traffic conflicts, and to determine whether there are alternative ways to provide pilots with information that they otherwise would obtain by hearing and understanding ATC conversations with the pilots of nearby aircraft.

“New phraseology may be needed in lieu of the work-around practices of common English currently in use,” the report said. “Pilots unfamiliar with the local jargon and slang are at a disadvantage and may misinterpret these conversations. For example, ‘You’re following an MD-80, but he’s got to slow up ... uh ... the train’s starting to slow down ahead’ may not be meaningful to a pilot unfamiliar with local jargon.” (Джерело: Flightpath).

Положення для перевірки:

1. The article is about the need for non-native speaking air traffic controllers to improve their spoken English.

2. The report focuses on the speed of speech as a cause for concern.

3. The report suggests that other ways of providing information should be considered, in addition to radiotelephony.

4. The report suggests that there is too much standard phraseology in use and recommends decreasing it.

Вміння добирати / шукати інформацію в бортовій довідковій літературі повинно характеризуватися якість операційності, оскільки цього вимагають реалії професійної діяльності авіаторів. У цьому зв’язку, студенти долучаються до розв’язання завдань із пошуку необхідної інформації в умовах ліміту часу. На першому етапі виконуються завдання на пошук інформації і розв’язання необхідних завдань за допомогою довідкової навчальної літератури (словники, довідники, атласи і т. ін.). На другому – безпосередньо з бортової довідкової літератури. Наведемо приклади.

Завдання. Користуючись авіаційними словниками, дайте розшифрування поданих нижче аббревіатур і їх переклад українською мовою.

Зразок: AAL [above aerodrome level] – над рівнем аеродрому

1) AA-NOTAM	5) CAVOK	9) L&L
2) ACCID	6) EAP	10) MIRL
3) ADOA	7) EAT	11) NDB
4) AFIL	8) IAL	12) RTF

Завдання. Користуючись Керівництвом із виконання польотів ПС MD-80, заповніть таблицю-інструкцію щодо перевезення небезпечних вантажів (матеріал в оригінальному довіднику подається у вигляді зв’язного тексту, з якого студентам необхідно дібрати інформацію і подати її у формі інструкції, перший пункт пропонується як зразок).

1	Документи, що визначають правила перевезення небезпечних вантажів:	1) <i>Правила з перевезення небезпечних вантажів (IATA Resolution 618, Attachment "A");</i> 2) <i>Технічна інструкція з безпечного перевезення небезпечних вантажів повітрям (Документ ICAO 9284-AN/9-05)</i>
2	Небезпечні вантажі, що необхідні	

	на літаку для забезпечення льотної придатності ПС, безпечної роботи літака, здоров'я пасажирів і екіпажу:	
3	Вимоги, які повинен задовольняти оператор для отримання згоди на перевезення небезпечних вантажів від ДАА:	
4	Документи, що мають супроводжувати небезпечний вантаж:	

При виконанні цього завдання студенти вчать користуватися змістом бортової літератури, визначати ключові слова, розвивають навички переглядового читання в процесі пошуку інформації з теми та вивчаючого читання в процесі пошуку і вилучення конкретної інформації. Виконання таких завдань має темпоральні обмеження, що сприяє формуванню у студентів якості оперативності в роботі з довідковою літературою.

Висновки

Сучасне бачення проблеми професійно-мовленнєвої підготовки пілотів полягає в тому, що вона не може зводитися тільки до опанування фразеології радіотелефонії, її основою повинні бути професійно-мовленнєві вміння універсального загальномовленнєвого характеру, які є необхідною складовою професійної надійності авіаційних фахівців. Робота авіаторів пов'язана з постійним оновленням знань, підвищенням кваліфікації, що вимагає як практичного вдосконалення вмінь, так і поглиблення теоретичних знань і призводить до обробки значного масиву інформації у друкованій формі (це документи з бортової бібліотеки й інші друковані видання навчального, інформаційного, інструктивного характеру). У навчальному процесі з мовної підготовки пілотів необхідно використовувати спеціально розроблену систему вправ для вдосконалення вмінь читання, що охоплює вправи на читання з розумінням основного змісту (ознайомлювальне читання), з повним розумінням змісту (вивчаюче читання), з вилученням конкретної (необхідно значущої) інформації (пошуково-переглядове читання). Такі вправи спрямовані на формування у майбутніх пілотів вмінь вірогіднісного прогнозування, вмінь сприймати інформацію за ускладнених умов читання, вмінь добирати / шукати інформацію в бортовій довідковій літературі.

Список літератури

1. Ковтун О.В. Формування професійного мовлення у майбутніх фахівців авіаційної галузі : монографія / О.В. Ковтун; наук. ред. док. пед. наук, проф., дійсний член НАПН України Богущ А.М. – К. : Освіта України, 2012. – 448 с.

С.О. Мірошник,
(Національний Авіаційний Університет, Україна)

Значення емоційної та психологічної компетентності у мовленнєвій діяльності пілотів

Розглядається значення емоційної та психологічної компетентності у мовленнєвій діяльності пілотів. Проаналізовано основні шляхи формування емоційної та психологічної компетентності пілотів, яка є ознакою їхньої професійності.

У сучасних умовах професійне спілкування набуває все більшого значення. Професіоналізм у сучасному суспільстві – це не лише особисті знання й професійні навички фахівця, але й його вміння спілкуватися у відповідному професійному середовищі. Від рівня сформованості соціально-психологічної компетентності авіадиспетчерів та пілотів залежить не лише успішність професійної діяльності, але й життя учасників комунікації та пасажирів літака.

Оскільки компетентність є основою діяльності фахівця, то елементи компетентності можна розглядати як основу певних елементів діяльності.

Компетентність певного виду визначається компонентами. Так, соціально – психологічна компетентність, будучи складною динамічною системою, включає в себе наступні компоненти: когнітивний, емоційний та поведінковий.

Когнітивний компонент соціально – психологічної компетентності пов'язаний зі здатністю пізнавати та розуміти себе; пізнавати та розуміти іншу людину; пізнавати та розуміти специфіку ситуації міжособистісної взаємодії.

Для цього необхідний певний рівень розумового розвитку людини, що включає в себе наявність соціально значимого фонду діючих знань та розвиток пізнавальних процесів або інтелектуальних операцій.

Емоційний компонент соціально-психологічної компетентності включає в себе розвиток моральних почуттів, емпатії, емоційної децентрації, формування вмінь контролювати та регулювати свої емоції.

Поведінковий компонент соціально-психологічної компетентності передбачає наявність соціально цінних дій як складових міжособистісної взаємодії. Дії, з яких складаються міжособистісні взаємодії, є засобами вираження відношення партнерів взаємодії. Даний компонент соціальної взаємодії пов'язаний з формуванням соціально цінних навичок, вмінь та способів міжособистісної взаємодії; оволодінням вербальними та невербальними засобами спілкування.

Соціально-психологічна компетентність – це адекватність і придатність людини до діяльності, здатність до ефективної поведінки, здатність до адаптації, співпраці і контролю ситуації, сукупність базових особистих характеристик, що детермінують ефективність дій на роботі і в інших ситуаціях. Рівень соціальної компетентності відбиває певний рівень

особистісної і соціальної зрілості людини, яка складається одночасно в двох вимірах: самоактуалізації і відповідності соціальним очікуванням.

В. Хутмахер [3] наводить зміст п'яти ключових компетенцій. Це:

- політичні і соціальні компетенції: здатність приймати відповідальність, брати участь в ухваленні групових рішень, ненасильно вирішувати конфлікти, брати участь в підтримці і поліпшенні демократичних інститутів;

- компетенції, пов'язані з життям в багатокультурному суспільстві, перешкоджають прояву расизму і ксенофобії та розвитку нетолерантності - тобто, міжкультурні компетенції: прийняття відмінностей, повага до інших і здатність жити з людьми інших культур, мов і релігій;

- компетенції, що відносяться до володіння усною і письмовою комунікацією, у тому числі (обов'язково), іншомовною;

- компетенції, пов'язані зі зростанням інформатизації суспільства: володіння новими інформаційними технологіями, розуміння способів їх застосування, слабких і сильних сторін, здатність до критичного судження відносно інформації, поширюваної масмедійними засобами і рекламою;

- компетенції, пов'язані з розвитком «самозвеличення»: здатність вчитися упродовж життя.

Деякі автори визначають ключові компетенції (компетентності) через наступні ознаки: багатофункціональність (дозволяють вирішувати різні завдання з одного поля), креативність (дозволяють вирішувати складні неалгоритмізовані завдання), надпредметність і міждисциплінарність (що розповсюджуються на різні області діяльності, забезпечують екстраполяцію знань, вмінь і здібностей), багатовимірність (реалізуються на різних рівнях: від елементарного до глибокого), вимагають значного інтелектуального розвитку і включення морально-вольових та емоційних якостей людини.

У контексті питання про ключові (базові) компетенції/компетентності слід зупинитися на моделі, яка включає декілька груп компетенцій, об'єднаних в два блоки: загальні і спеціальні (професійні) компетенції. Групи загальних компетенцій співвідносяться із схарактеризованими вище ключовими компетенціями і містять такі підгрупи:

Інструментальні компетенції: когнітивні здібності (здатність розуміти і використовувати ідеї та міркування), методологічні здібності (здатність розуміти і управляти доквіллям, організовувати час, вибудовувати стратегії, ухвалення рішень), технологічні вміння (вміння, пов'язані з використанням техніки, комп'ютерні навички і здібності інформаційного управління), лінгвістичні вміння, комунікативні компетенції. Інструментальні компетенції конкретизуються в наступних знаннях, уміннях і здібностях: здатність до аналізу і синтезу, здатність до організації і планування, базові знання в різних областях, ретельна підготовка по основах професійних знань, письмова і усна комунікація на рідній мові, знання іноземної мови, елементарні навички роботи з комп'ютером, навички управління інформацією (вміння знаходити і аналізувати інформацію з різних джерел), здатність до рішення проблем і ухвалення рішень.

Міжособистісні компетенції: індивідуальні здібності, пов'язані з вмінням виражати почуття, критичним осмисленням і здатністю до самокритики; соціальні навички, пов'язані з процесами соціальної взаємодії і співпраці, вмінням працювати в групах, брати на себе соціальні та етичні зобов'язання. Включають: здатність до критики і самокритики, здатність до роботи в команді, у тому числі, неоднорідній, навички міжособистісних стосунків, здатність спілкуватися з фахівцями з інших областей, здатність сприймати різноманітність і міжкультурні відмінності, здатність працювати в міжнародному середовищі, прихильність етичним цінностям.

Системні компетенції: поєднання розуміння, відношення і знання, що дозволяє адекватно сприймати співвідношення частин цілого і оцінювати місце кожного з компонентів в системі, здатність планувати зміни з метою вдосконалення системи і конструювати нові системи. До них відносяться: здатність застосовувати знання з практики, дослідницькі навички, здатність вчитися, здатність адаптуватися до нових ситуацій, здатність породжувати нові ідеї (креативність), лідерство, розуміння культур і звичаїв інших країн, здатність працювати самостійно, здатність до розробки і управління проектами, ініціативність і підприємницький дух, турбота про якість, прагнення до успіху.

Зважаючи на наведені вище думки відносно ключових компетенцій, пропонуємо свій «перелік», в якому компетенції визначені відносно області соціальної дійсності, в якій вони розвиваються. При повноцінному освоєнні всього їх спектру формується соціальна компетентність особистості. До складових соціальної компетентності відносяться:

Політична і соціально-економічна компетентність: орієнтація в політичному середовищі, в тенденціях світового і державного розвитку, в державних і світових соціально-економічних процесах; здатність до прийняття відповідальності, до участі в розробці групових рішень; наявність власної точки зору на політичні та соціально-економічні процеси, прагнення брати в них участь.

Соціально-комунікативна компетентність: здатність до колективних дій, до організації взаємодії (у широкому сенсі); навички міжособистісного спілкування, вміння ненасильницьким шляхом вирішувати конфлікти; орієнтація в соціальних ситуаціях, вміння обирати ефективну стратегію поведінки і адекватні способи спілкування, прагнення до соціальної взаємодії і здатність до роботи в неоднорідній команді; прихильність етичним цінностям.

Полікультурна компетентність: здатність сприймати різноманітність і міжкультурні відмінності та взаємодіяти в багатокультурному суспільстві, повага до інших культурних особливостей, звичаїв і традицій, інтерес до чужої культури, здатність бачити в ній джерело збагачення особистого досвіду.

Інформаційно-інструментальна компетентність: володіння комп'ютером і сучасними інформаційними технологіями, здатність до збору та аналізу інформації, вміння ефективно використовувати інформацію, застосовувати знання з практики, спрямованість на критичну оцінку інформації.

Індивідуально-особистісна компетентність: здатність до самоосвіти і саморозвитку; прагнення до особистого зростання, до підвищення соціального статусу; здатність до творчої самореалізації в соціумі, до прояву своїх кращих якостей, до успіху, здатність адаптуватися до нових ситуацій, прагнення до здорового способу життя.

Висновки

Соціально-психологічна компетентність змістовно представлена сукупністю політичної і соціально-економічної, соціально-комунікативної, полікультурної, інформаційно-інструментальної та індивідуально-особистісної компетентностей.

На сьогоднішній день, характеризуючи здатність людини ефективно взаємодіяти з людьми, що оточують її, використовують термін «соціально-психологічна компетентність». Соціально компетентна особистість добре орієнтується в соціальних ситуаціях, правильно визначає особистісні особливості і емоційні стани інших людей, обирає адекватні способи поведінки з ними і реалізує їх в процесі взаємодії. Однією з найважливіших складових соціальної компетентності, окрім соціальної перцепції, є комунікативна компетентність, до якої відносять володіння комунікативними навичками та вміннями, а також знання культурних норм, правил і обмежень в спілкуванні, знання звичаїв, традицій, етикету, орієнтація в комунікативних засобах, властивих національному, становому і професійному менталітету.

Список літератури

1. Кулик Н.С. Энциклопедия безопасности авиации / Н.С. Кулик. – К. : Техника, 2008.– 100 с.
2. Первутинский В.Г. Современные подходы к развитию профессиональной компетентности пилотов [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://akmeo.rus.net/index.php?id=119>
3. Hutmacher W. Key competencies for Europe [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/93/92.pdf

А.А. Заслужена, к. пед. наук (Національний авіаційний університет, Україна)

Потенціал плюрилінгвального підходу при підготовці фахівців авіаційної галузі

У цій статті представлено емоційні, нейрофізіологічні, зовнішні, когнітивні, специфічні та лінгвістичні фактори, що впливають на студентів при вивченні ними іноземної мови. Надано порівняння плюрилінгвального та монолінгвального підходів у контексті сприйняття/усвідомлення їх студентами. Визначено потенціал плюрилінгвального підходу.

Авіаційна англійська мова стала обов'язковою для спілкування. Міжнародна Федерація Асоціацій Лінійних Пілотів (IFALPA), та Міжнародна асоціація повітряного транспорту (IATA) готують пілотів та контролерів англійською мовою. Росія для підготовки фахівців авіаційної галузі крім англійської мови, здійснює підготовку цих фахівців китайською, німецькою та французькою мовами. В країнах, де тільки англійська мова вважається обов'язковою при підготовці авіа фахівців, мовна політика не дозволяє пілотам та контролерам спілкуватися іншими мовами. Мультилінгвальна комунікація усуває здатність інших пілотів слухати та набувати ситуативної обізнаності [1]. Використання мультилінгвальних словників, розроблених для фахівців з авіаційної галузі "Complete multilingual dictionary of aviation and aeronautical terminology: English, French, Spanish" [2] посилює мультилінгвальну обізнаність зазначених фахівців у процесі вивчення ними мови.

З огляду на те, що мультилінгвізм/плюрилінгвізм є поняттями, що характеризують мовні підходи, ці терміни можливо вживати як синоніми. Плюрилінгвальність – особиста особливість, яка вводиться в дію в комунікативній ситуації [3]. Актуальність вивчення плюрилінгвального підходу зумовлена рядом факторів, а саме: сучасною політикою Ради Європи та попитом на фахівців з авіаційної галузі, здатних працювати у міжнародних командах.

Специфікою роботи фахівців авіаційної галузі є відповідальність за життя інших людей. Тому мовна підготовка фахівців має задовільняти рівню, який би міг забезпечити безпеку інших людей та підтримувати розуміння між людиною-людиною і людиною-спільнотою.

Нерозуміння англійських фраз стали фатальними для багатьох людей при авіа катастрофах. Одним із фактів, оголошених комісією з розслідування авіа катастрофи, в якій зіткнулося два літаки на взлітній полосі в аеропорті Лос-Родео (Канарські острови) й загинуло 583 людини, був той факт, що пілот компанії KLM і диспетчер контрольної вишки Тенеріфе використовували нестандартні фрази (пілот KLM: «We're at take off»; диспетчер контрольної вишки Тенеріфе: «O. K.») [1].

Д. Кристал пропонує необхідність білінгвальної комунікації для управління повітряним рухом з метою запобігання фатального нещасного

випадку в авіації в Тенеріфе [1]. Повтор інструкції датським пілотом з невиразно сказаним наприкінці (англ. «We're now at take-off» або «We're now uh... taking off») іспанський диспетчер зрозумів як підтвердження того, що екіпаж готовий до зльоту, і сказав «О. К.». Це підтвердило оману екіпажа про те, що дозвіл на зліт отримано.

Багато вчених підтримують плюрилінгвальний підхід при вивченні мови. Серед плюрилінгвальних підходів М. Канделір виокремлює такі: «інтеркультурний підхід», «усвідомлення мов», «взаєморозуміння між спорідненими мовами», «підходи інтегрованої дидактики до різних мов», до мультілінгвального та мультикультурного навчання [4].

Враховуючи теорії Б. Хуфеїсена і М. Гібсона, про вплив нейрофізіологічних і зовнішніх факторів на студентів при вивченні мови [5] та таких факторів, як емоційного, когнітивного та лінгвістичного при вивченні ними другої мови, констатуємо, що студенти ВНЗ, зокрема й фахівці авіаційної галузі, через усвідомлення ними нейрофізіологічних, зовнішніх, емоційних, когнітивних та лінгвістичних факторів, здатні впливати на розвиток власних знань та набуття певних навичок при вивченні будь-якої іноземної мови. Ці фактори представимо у таблиці 1.1 [5].

Таблиця 1.1

Фактори, що задіяні у вивченні мови в університеті

Фактори	L1 (мова 1)	L2 (мова 2)	L3 (мова 3)
Нейрофізіологічні	Загальна здатність до вивчення мови, вік і т. ін.	Загальна здатність до вивчення мови, вік і т. ін.	Загальна здатність до вивчення мови, вік і т. ін.
Зовнішні фактори студента	Соціально-культурне та соціально економічне середовище	Соціально-культурне та соціально економічне середовище	Соціально-культурне та соціально економічне середовище
Емоційні / Емотивні	—	Занепокоєння, мотивація, ставлення, сприйнята мовна типологія/близькість	Занепокоєння, мотивація, ставлення, сприйнята мовна типологія/близькість
Когнітивні	—	Мовна, металінгвістична обізнаність, обізнаність з навчання, стратегії навчання, індивідуальний досвід навчання	Мовна, металінгвістична обізнаність, обізнаність з навчання, стратегії навчання, індивідуальний досвід навчання

Специфічні фактори іноземної мови	—	(починаючи з першої іноземної мови або L2 (мови 2) тільки, без L2 (мови 2) щоб функціонувати)	індивідуальний досвід з вивчення мови і стратегії з навчання мовам, мова міжнаціонального спілкування L2 (мова 2), L3 (мова 3) міжнаціонального спілкування
Лінгвістичні	—	L1 (мова 1)	L1 (мова 1), L2 (мова 2)

Також на ефективність опанування іноземною мовою впливає підхід, що використовується при її навчанні/ вивченні. Якщо раніше при навчанні мови за мету ставилося лише досягнення майстерності в спілкуванні однією, декількома мовами і кожна з мов розглядалася ізольовано, то сьогодні – індивідуальна багатомовність, що передбачає свідоме розмежування мовних систем і відносно вільний перехід з однієї мови на іншу, в залежності від зміни ситуації та життєвих потреб [6]. Надаємо порівняння плюрилінгвального та монолінгвального підходів з позиції їх сприйняття/усвідомлення за результатами опитування студентів, що навчаються у французькому університеті в м. Нанте в монолінгвальному академічному середовищі [7] (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Порівняння плюрилінгвального та монолінгвального підходів

Позиція за якою здійснюється порівняння	Плюрилінгвальний підхід до вивчення мови	Монолінгвальний підхід до вивчення мови
Здатність до вивчення мови	Можливо вільно говорити мовою, яку не вивчав з дитинства; можливо вивчити мову успішно, навіть з нездатністю до навчання	Можливо володіти мовою добре при умові, що вона вивчалася у молодому віці; потребується високий рівень інтелекту для вивчення кількох мов; наявність дару до вивчення мов у деяких людей
Розуміння підходу	Можливо спілкуватися однією або декількома мовами до кінця середньої школи;	Мета вивчення мови є говорити мовою, як рідною;

	<p>можливо, бути зрозумілим в говорінні іноземною мовою, навіть без хорошого акценту;</p> <p>бути багатомовним означає бути здатним «говорити» кількома мовами</p>	бути багатомовним - це прекрасно говорити, розуміти, читати і писати декількома мовами
Що використовується при вивченні мови	<p>Використання особою своїх знань з раніше вивчених мов при вивченні нової мови;</p> <p>людина, яка розмовляє декількома мовами може легше навчити інших</p>	<p>Необхідність перекладу на рідну мову для розуміння іншої мови;</p> <p>використання порівняння іншої мови з рідною мовою при вивченні іншої мови</p>
Кількість мов, що вивчаються	<p>Існування кількох різновидів однієї і тієї ж мови;</p> <p>можливість вивчення кількох мов одночасно</p>	<p>Вивчення двох мов передбачає їх плутанину;</p> <p>Вивчення декількох мов зменшує рівень майстерності в кожній з них</p>
Стратегії при вивченні мови		Вивчення лексики допомагає краще розуміти мову і розмовляти нею; можливо говорити на мові, добре тільки після вивчення її граматики
Зв'язок мови та культури	<p>Люди, які розмовляють кількома мовами, більш здатні адаптуватися до інших культур;</p> <p>легкість опанування мовою залежить від любові до тієї країни, мова якої вивчається</p>	Можливо роз'єднувати мову з її культурою
Кількість іноземних мов у професійній сфері	Недостатність знань тільки з англійської мови у професійній сфері	<p>У професійній сфері знання кількох мов не потрібно;</p> <p>знання англійської мови достатньо для спілкування за кордоном</p>

Отже, очевидно, що плюрилінгвальний та монолінгвальний підходи у сприйнятті студентами відрізняються за такими позиціями: здатністю до вивчення мови; розумінням підходу; інструментальними відносинами; інтегративними відносинами між мовою та її культурою; стратегіями до вивчення мови; кількістю вивчаємих мов та їх кількістю у професійній сфері. Результати опитування показали, що «просунуті студенти», які вивчають декілька мов, більш обізнані з плюрилінгвального підходу, ніж студенти-початківці чи ті, що вивчають меншу кількість мов [7]. Це означає, що у плюрилінгвальному підході закладено потенціал ефективного опанування мовами.

Висновки

До застосування плюрилінгвальної програми при підготовці фахівців авіаційної галузі важливо зрозуміти як саме студенти сприймають вивчення мови і плюрилінгвальний підхід для визначення засобів впливу з метою зміни у викладанні мови до ефективнішого підходу (плюрилінгвального). Допмагаючи студентам усвідомити потенціал плюрилінгвального підходу та розширити їх обізнаність з факторів (нейрофізіологічних, зовнішніх, емоційних, когнітивних та лінгвістичних), що впливають на процес вивчення будь-якої іноземної мови, можливо сприяти результатів опанування мовою та покращити розуміння між людиною-людиною і людиною-спільнотою.

Список літератури

1. Campbell-Laird K. Pedagogical Approaches to Aviation Phraseology and Communication Training in Collegiate flight Programs [Електронний ресурс] / K. Campbell-Laird. – Режим доступу: <http://search.proquest.com/docview/305265332> (19.03.2017). – Назва з екрану. – Мова англ.
2. Demaison H. Complete multilingual dictionary of aviation and aeronautical terminology : English, French, Spanish / Henri Demaison. – Lincolnwood, IL: Passport Books, 1984. – 671 p.
3. Andrade A.-I. Plurilingual and pluricultural awareness in language teacher education. A training kit [Електронний ресурс] / M. Bernaus, A.-I. Andrade, M. Kervran, A. Murkowska and F. Trujillo Sáez. – Режим доступу: http://archive.ecml.at/mtp2/publications/B2_LEA_E_internet.pdf (19.03.2017). – Назва з екрану. – Мова англ.
4. CARAP Framework of reference for pluralistic approaches to languages and cultures Version 2 – July 2007 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://carap.ecml.at/Portals/11/documents/C4pub2007E_20080302_FINAL.pdf (30.06.2016). – Назва з екрану. – Мова англ.
5. Заслужена А.А. Подготовка магистров з англійської мови та літератури в університетах Швейцарської Конфедерації : дис.. канд.. пед. наук : 13.00.04 [Електронний ресурс] / А. Заслужена. – Режим доступу: https://www.sspu.sumy.ua/images/files/doc_files/2016/nauka/zasluzhena_disertaciya_5b659_1222719799.pdf. – Заголовок з екрана.

6. Жовтюк Н. П. Особенности формирования лексической компетентности будущих учителей в процессе обучения английскому языку после немецкого / Н.П.Жовтюк // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2014. – № 2 (32), Ч. 2. – С. 86–89.

7. Birkan I. From multilingualism to plurilingualism: university students' beliefs about language learning in a monolingual context [Электронный ресурс] / C. Jeoffrion, A. Marcouyeux, R. Starkey-Perret, M.-F. Narcy-Combes, and I. Birkan. – Режим доступа: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07908318.2014.887724?src=recsys&journalCode=rlcc20> (19.03.2017). – Назва з екрану. – Мова англ.

М.Л. Пилипчук, викладач
(Національний авіаційний університет, Україна)
А.Є. Світлак
(Національний авіаційний університет, Україна)

Фразеологія радіообміну: перекладацький аспект

У статті подано аналіз особливостей і девіантних рис англійського авіаційного дискурсу радіообміну на фонетичному, лексичному та граматичному мовних рівнях, що через порушення лінгвістичних норм має особливу складність у перекладі, наведено найпоширеніші у фразеології радіообміну мовні коди, їх тлумачення та адекватний переклад, окреслено типові помилки перекладу.

Необхідність ефективної комунікації пілота та авіадиспетчера очевидна, нерідко вона досягається за рахунок використання особливої англійської фразеології, проте її переклад може становити певні труднощі, що обумовлює необхідність вивчення лексико-граматичних особливостей таких фразеологічних одиниць та мови радіообміну, в контексті якої вони вживаються. Інформація радіообміну має особливу форму, яка відповідає вимогам дискурсу такого типу завдяки використанню особливого мовного коду. Такий мовний код передбачає вживання закодованої лексики та сталих виразів, які зрозумілі лише спеціалістам авіаційної галузі.

Особливість фразеологізмів радіообміну полягає в тому, що більшість з них не відрізняються своєю лексико-граматичною формою від звичайних слів. Окрім того, фразеологізми можуть піддаватися структурно-семантичним змінам. Відтак, у фразеології радіообміну виділяється низка девіацій фонетичного, лексичного та граматичного характеру. Отже, правильність перекладацького рішення напряму залежить від умінь ідентифікувати фразеологізм та його смислове навантаження у контексті.

Процес терміноутворення у радіообміні – це адаптація слів загальноживаної лексики до авіаційної терміносистеми шляхом семантичної конверсії: *“backtrack”* – *«рулити в зворотному напрямі»* (у радіообміні) – *«відмовитись, порушити обіцянку»* (у звичайній мові). Полісемія термінів у цьому випадку недопустима, отож один з основних принципів авіаційної термінології у мові радіообміну – «Одне слово-одне значення». Наприклад, слово *“right”* у мові англійського радіообміну – це прикметник, що означає напрям, а не невірність повідомлення чи певної думки. Українською перекладатиметься як *«право, направо»*. Щоб підтвердити вірність певної думки чи твердження, використовуватиметься фраза *“that’s correct”*, замість *“that’s right”*.

В англійській та українській мові існують прямі відповідники фразеологізмів радіообміну, які є найлегшими для перекладу. Наприклад, *«expect start up»* – *«очікуйте запуск»*; *«runway surface condition»* – *«стан поверхні ЗПС»*. Фрази, які мають однакове значення, проте різну форму вираження, становлять групу семантичних аналогів, переклад яких вимагає від

перекладача точного знання специфіки радіообміну. Так, “negative contact” перекладатиметься як «*борт не спостерігаю*», “negative transponder” – «*без прийомо-передавача*».

Мові радіообміну притаманні аббревіатури, контамінація, скорочення форми слів: “*cumulonimbus*” – “CB” («*дощові хмари*»); “*gradually*” – “GRADU” («*поступово*»); “IFR” – “Instrument Flight Rules” («*правила польоту за приладами*»); “ILS” – “Instrument Landing System” («*посадка за приладами*»); “*wilco*” – “*will comply*” («*виконую*»), “*selcall*” – “*selective calling*” («*селекторний виклик*»). Аббревіація допомагає зробити мову радіообміну більш ефективною. Задля підвищення ефективності допускаються також і численні мовні девіації. До девіацій лексичного характеру можна віднести особливий спосіб передачі чисел, що відповідають різним авіаційним параметрам (ешелон, швидкість, частота, курс). Кожне з чисел вимовляється окремо, використовуються числівники від 0 до 9, або «сто», «тисяча». Наприклад, “*runway 36*” («ЗПС 36») звучатиме як “*runway three six*”(«*ЗПС три шість*»); *the height of 12 thousand feet* («*висота дванадцять тисяч футів*») у радіообміні передаватиметься як “*the height of one two thousand feet*” («*висота один два тисяча футів*»). Зазвичай, студенти, що не мають достатнього досвіду перекладу радіокомунікації, можуть неправильно зрозуміти такі дані й перекласти як «*висота 1-2 тисячі футів*». До лексичних девіацій також відносять дискурсивні формули з особливими маркерами. У радіомовленні дискурсивні формули – це спеціально створені кодові слова та вислови з інформаційною складовою, які використовуються лише в одному прийнятому значенні: “*How do you read me? Read you 5*” – «*Як чуєте мене? Чую Вас відмінно*».

Окрему проблему перекладу становить фонетичний алфавіт, де літерам англійської абетки присвоюється кодове слово, а ключові слова вимовляються по літерах. Наприклад, A – Alfa [’æ l f ə]; B – Bravo [’b r a : v ə ʊ]; C – Charlie [’tʃ a : l i]; D – Delta [’d e l t ə]. У таких випадках при перекладі тексту доцільно подавати одразу готову фразу. Проте на фонетичному рівні фразеології радіообміну також існують певні девіації, що можуть перешкоджати адекватному перекладу тексту радіоповідомлення. Фонетична організація мови радіообміну побудована не на точному дотриманні норм вимови, а на забезпеченні чіткості повідомлення, що передбачає певні девіації від стандартної вимови.

Отож, до основних фонетичних девіацій мови радіообміну належать:

1) Вимова числівників:

– заміна звуку [θ] на [t]: three [θ r i : - t r i :]; thousand [’θ a ʊ z ə ŋ d -t a ʊ z ə ŋ d];

– оглушення дзвінких приголосних у кінці слова, що не властиве фонетичі англійської мови: five [’f a i v -f a i f];

– зміна вимови числівників: nine [n a i n -’n a i n ə r].

Повільніший темп мовлення. Середній темп мовлення, характерний для англійської мови (3-6 складів за секунду чи 130-150 слів за хвилину). У мові радіообміну темп не має перевищувати 100 слів за хвилину, відповідні

вимоги зазначені у нормативних документах ІКАО. Обмежена кількість інформації в одному повідомленні та паузи після кожної інтонаційної групи допомагають досягнути необхідного темпу мовлення.

Окрім того, прагнення до стислості призводить до насиченості радіообміну скороченнями та використання кодового способу передачі інформації. Відтак поширення набув Альфа-код. Це 3-х буквенний код, який застосовується для скорочення часу передачі й дотримання секретності радіопереговорів. Кожна 3-х літерна група означає певне конкретне словосполучення або закінчене речення. Прикладом стандартного радіокоду є сигнал *“ROMEO TANGO BRAVO”* – *“Return to base”*, що слід перекладати як *«повернення на базу»*.

При перекладі фразеології радіообміну варто звертати увагу також на певні граматичні особливості. Відтак, у комунікації радіообміну уникають вживання питальних речень; переважає наказовий та дійсний спосіб; можуть використовуватися як активний, так і пасивний стани; найуживаніші часи – простий теперішній, теперішній подовжений та простий майбутній. Окрім того, закінчення - *ing* означає слова пілота, а не диспетчера. У стандартній фразеології ця форма спрощена до еліптичного речення, де *“I am”* не вживається, наприклад, *“Taxing to the runway”*.

Щодо девіацій граматичного рівня, вони не становлять особливих труднощів при перекладі й переважно стосуються структури речення:

1) Вираження заперечення. Якщо у стандартному варіанті англійської мови заперечення зазвичай виражається за допомогою частки «не», то у мові радіообміну вона майже не вживається. Натомість використовують заперечні суфікси, наприклад: *“Centerline taxiway lighting **unserviceable**”* – *«Не працює освітлення центральної лінії руліжної доріжки»*.

2) Випускання допоміжних дієслів та слів-зв'язок: *“Ice on runway 21 right”* – *«Лід на злітно-посадковій смузі 21 права»*. *“Large flock of birds north of runway 27 near central taxiway”* – *«Велика зграя птахів на північ від злітно-посадкової смуги 27 біля центральної руліжної доріжки»*.

3) Випускання підмету: *“Ready to take-off”* – *«Готовий до взльоту»*. *“Following Air France Airbus”* – *«Слідую за Ер Франс Ербас»*.

4) Випускання артиклів: *“Station, calling Newtown Ground, you are unreadable”* – *«Станція, яка викликає Н'ютаун Граунд, вас не чути»*.

5) Випускання прийменників: *“Large flock of birds north of runway 27 near central taxiway”* – *«Велика зграя птахів на північ від злітно-посадкової смуги 27 біля центральної руліжної доріжки»*.

6) Випускання особових займенників «я», «ти». Це стається з очевидних причин, адже комунікація відбувається між диспетчером та пілотом, третьої особи у комунікації немає. Наприклад, *“Request return to stand”* – *«Дозвольте повернутися на стоянку»*.

Висновки

Таким чином, можна зробити висновок, що адекватний переклад фразеології радіообміну вимагає ґрунтовної підготовки. Девіації на різних мовних рівнях можуть вводити недосвідченого перекладача в оману,

призводити до неправильної інтерпретації змісту радіоповідомлень. Для мови радіообміну завжди характерні короткі фрази, які чітко відображають сенс повідомлення. Відповідно, переклад теж повинен звучати коротко і ясно, адже метою професійного спілкування є ефективна комунікація та усунення найменших натяків на непорозуміння.

Список літератури

1. Жаргон военного радиообмена: особенности использования и перевода. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://imaginaria.ru/p/zhargon-voennogo-radioobmena-osobennosti-ispolzovaniya-i-perevoda.html>
2. Кириченко А.Г. Мовні особливості англійського авіаційного радіотелефонного дискурсу / А.Г.Кириченко // Вісник Львівського університету. Серія іноземні мови. – 2013. – Вип. 21. – С. 63–68.
3. Ковтун О. В. Лінгводидактична характеристика української авіаційної терміносистеми та авіаційної підмови / О. В. Ковтун // Наука і освіта : Науково-практичний журнал Південного наукового Центру АПН України. – 2009. – № 10. – С. 165–169.
4. Матвеев А.В., Матвеева Н.А. Проблемы перевода фразеологической системы авиационных и аэронавигационных текстов. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://repo.kspi.kz/bitstream/handle/item/68/Problemi%20perevoda%20frazheologicheskoi%20cictemi%20aviacionnih%20i%20aeronavigacionnih%20textov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Файнман І.Б. Фонетичні та лексичні особливості англійського дискурсу радіообміну цивільної авіації / І.Б.Файнман // Вісник Житомирського державного університету. Серія філологічні науки. – 2015. – Вип. 1 (79). – С. 244-247.
6. Documentary film “Air Crash Investigation”, National Geographic, 2010.
7. ICAO Procedures for Air Navigation Services: Air Traffic Management (Doc 4444 ATM/504) / International Civil Aviation Organization. – Montreal, 2001. – 318 с.

Мотивація навчальної діяльності студентів-іноземців

Анотація. У статті теоретично обґрунтовано формування мотивації навчальної діяльності та її структуру, досліджено складність та багатоаспектність проблеми мотивації. Автором виокремлено прояви внутрішніх спонукань до навчальної діяльності. Проаналізовано цілісність та структурованість мотивів навчання.

Кількість іноземних студентів, що прибувають в Україну з метою отримання вищої освіти, протягом минулих декількох років постійно зростає. Іноземні студенти обирають освіту в Україні через позитивну репутацію, успадковану українськими університетами від вищих навчальних закладів СРСР, у поєднанні з порівняно низькою вартістю навчання. В Україні іноземців навчають 185 університетах. У 2015 – 2016 навчальному році в українських вищах здобували освіту майже 64 тисячі іноземних студентів зі 148 країн. В топ – 10 країн за походженням студентів входять Нігерія, Марокко, Грузія, Йорданія, Ірак, Китай, Узбекистан, Азербайджан, Туркменістан, Індія, Монголія. Найбільше іноземців навчається у вищах Харкова – 20925, Києва – 12950 й Одеси – 6972. Більшість іноземних студентів здобувають вищу освіту за освітньо-кваліфікаційними рівнями бакалавр (48,9%), спеціаліст (38,1%) та магістр (7,4%) [1].

Прагнення залучити студентів з інших країн вимагає від українських вишів підвищення конкурентоспроможності освітніх послуг. Критеріями вибору іноземцем університету, як правило, є імідж вищого навчального закладу, спеціальність, умови проживання, географія розташування, освітні пропозиції тощо. Останніми роками наші ВНЗ зробили великий крок у напрямі міжнародних стандартів. Це і поява англومовних програм, і встановлення активних зв'язків з іноземними університетами, участь у програмах академічного обміну. У контексті нашого дослідження розглядаємо мотивацію студентів-іноземців як одну з важливих педагогічних проблем сьогодення.

Головною проблемою статті являється поняття «мотивація». Мотивація – спонукання, що викликає активність організму та визначає її направленість [2]. Беручи до уваги те, що мотивація є широким поняттям, яке визначає напрямок активності, ми будемо використовувати це поняття, говорячи про мотивацію до навчання у цілому як вид діяльності. У педагогіці мотивація немає однозначного тлумачення. Складність й багатоаспектність проблеми мотивації обумовлюється багатьма підходами до розуміння її сутності, природи й структури.

У педагогічній енциклопедії поняття «мотивація» (від лат. moveo – рухаю) визначає систему мотивів або стимулів, спонук людської поведінки та діяльності [3], а у визначенні С. У. Гончаренка мотивація – це «система

мотивів або стимулів, яка спонукає людину до конкретних форм діяльності або поведінки» [4, с. 217].

Досліджуючи проблему мотивації вченими була запропонована логічна модель мотиваційної структури діяльності. За твердженням дослідника Б. І. Додонова [5, с.74-79], мотивація будь-якої цілеспрямованої діяльності складається з чотирьох елементів:

- 1) задоволення від самого процесу діяльності;
- 2) значущість для особистості безпосереднього результату;
- 3) «мотивуюча сила» винагороди за діяльність;
- 4) вимушений тиск на особистість.

Мотивацію розглядають як систему спонукальних імпульсів, що спрямовують навчальну діяльність. Вчена А. К. Маркова вважає, що ефективність навчання залежить від мотивації навчання. «Серед основних завдань, що стоять у даний час перед кожним педагогом, немає іншого більш важливого та у той же час більш складного, ніж завдання формування в учнів позитивної, стійкої мотивації, яка спонукала до наполегливої, систематичної роботи!» [6, с.53]. Аналізуючи це визначення, можемо зробити висновок, що без мотивації навчання, діяльність студентів не матиме успіху. Завдання формування мотивації навчання є спільною для всіх навчальних закладів, які повинні організувати навчальну діяльність таким чином, яка максимально буде сприяти розкриттю внутрішнього мотиваційного потенціалу особистості студента.

У контексті нашої роботи основним об'єктом дослідження виявляється суб'єкт навчання. Суб'єкт навчання – це студент (у даному випадку - іноземний студент), який:

- 1) спрямований на освоєння предмета;
- 2) має певні передумови засвоєння (сформовані раніше психологічні системи регуляції діяльності, у тому числі сформовані мотиваційні механізми, що існують: задатки та здібності, психофізіологічна, психічна й соціальна зрілість для оволодіння професійними знаннями тощо).

При цьому особистість студента передбачає врахування його запитів, інтересів, потреб й цілей, з якими він вступає у процес навчання. Тому мотивація навчання складається з двох напрямків роботи:

- 1) розкриття мотиваційного потенціалу самого процесу навчання,
- 2) розкриття потенціалу особистості.

Дослідник Л. С. Виготський зазначає, що «навчання повинно привести до самовдосконалення» і таким чином підкреслює значущість розвитку мотивації навчання, без якої неможлива успішна навчальна діяльність [7, с. 150].

Під мотивацією навчання Б. Вернер (B. Werner) розуміє поєднання цілісності й структурованості мотивів навчання [8]. Головним завданням мотивації навчання вважається така організація навчальної діяльності, яка максимально сприяє розкриттю внутрішнього мотиваційного потенціалу особистості студента. В якості основних компонентів навчальної мотивації він виокремлює наступні мотиви: громадський (навчання як підготовка до майбутнього життя у суспільстві); пізнавальний мотив (придбання знань й

навичок); мотив соціальної ідентифікації з батьками (відповідає очікуванням батьків в області навчання й поведінки, якого не можна не виправдати; мотив соціальної ідентифікації з викладачами (відповідає вимогам викладача й високих досягнень студента); мотив переживання (пов'язаний з цікавістю та різноманітністю навчального матеріалу); матеріальний мотив (навчання як передумова матеріальної забезпеченості у майбутньому); мотив значення (придбання або підтримання високого соціального престижу серед однолітків). Внутрішня мотивація навчання має перевагу над іншими мотивами, забезпечує успішну навчальну діяльність.

Висновки

Проаналізувавши психолого-педагогічну літературу з даної проблеми можемо зробити висновок про те, що існує достатньо велика кількість поглядів на явище мотивації. Мотивація – це складна, циклічна система, яка складається з певних особливостей на різних етапах життя особистості. Це явище досліджується як сукупність факторів, механізмів та процесів, які забезпечують виникнення спонукання до життєво-необхідних цілей. Мотивація – це один із видів психологічного регулювання, який спрямований на управління та організацію діяльності особистості, яка включає в себе структуру мотивів, що характеризуються конкретним змістом діяльності, а також обумовлена потребами та цілями особистості.

Список літератури

- 1) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://osvita.ua/vnz/student_life/39084/
- 2) Психология : словарь / под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. - 2-е изд., испр. и доп. – М. : Политиздат, 1990. - 494 с.
- 3) Педагогическая энциклопедия: в 4-х томах / [гл. ред И. А. Каиров]. – Москва: «Советская энциклопедия», 1965. – Т.2. –1965. – 912 с.
- 4) Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – Київ: Либідь, 1997. – 376 с.
- 5) Додонов Б. І. Структура и динамика мотивов деятельности // Вопросы психологии. – 1984. – № 4. – С. 74 – 79.
- 6) Маркова А. К. Формирование мотивации учения: Кн. для учителя / Маркова А. К., Матис Т. А., Орлов А. Б. – М.: Просвещение, 1990. – 192 с.
- 7) Выготский Л. С. Педагогическая психология / Под ред. В. В. Давыдова – М., 1991. – 480 с.
- 8) Werner B. A theory of motivation for some classroom experiences// Journal of Educational Psychology. — 1979. — № 71. — P. 3 — 35.

Українська термінологія: англломовні запозичення

Актуальність дослідження полягає у визначенні ролі англломовних запозичень для формування терміносистеми авіаційної галузі. Проаналізовано склад української авіаційної термінології, зокрема поповнення за рахунок запозичень іношомовних одиниць. З'ясовано шляхи і причини запозичення, визначено позамовні та внутрішньомовні причини запозичень у досліджуваній терміносистемі.

Термінотворення має свою специфіку, яка полягає в тому, що значну кількість спеціальних слів фахове мовлення запозичує з інших мов, що пов'язано з науково-технічним прогресом, співпрацею науковців різних країн світу. Найбільш активно поповнюється й змінюється лексика термінологічних систем. Одна з головних ознак поповнення термінологічної лексики – використання іношомовних слів та їх компонентів для найменування нових понять. Англійські морфеми, як і класичні терміноелементи, відповідають вимогам точності, стислості та забезпечують однозначність терміна.

Взаємодія мов – це процес, який виникає та розвивається внаслідок мовних контактів, що встановлюються між мовами за умов білінгвізму, і є чинником змін на різних рівнях мовної системи. Процес запозичення супроводжується освоєнням чужомовної лексики на всіх мовних рівнях системи мови-реципієнта. Англломовні терміни, здебільшого, пристосувалися до фонологічних норм сучасної української мови, втративши невластиві мові-реципієнту риси. Значні кількісні та якісні розбіжності в системах вокалізму англійської та української мов зумовили те, що в процесі адаптації більше змін відбулося в системі вокалізму.

Дослідження термінів-англліцизмів авіаційної галузі на граматичному рівні української мови показало, що абсолютна більшість англломовних запозичень увійшла до лексико-граматичного розряду іменника, що повністю відповідає загальним тенденціям запозичення чужомовної лексики. Аналіз результатів освоєння на рівні основних граматичних категорій дає підстави стверджувати, що англломовні терміни-іменники, загалом, повністю підпорядковувалися граматичним нормам української мови та функціонують у межах парадигм, властивих питомим іменникам.

Основними граматичними змінами є послідовна втрата артикля та набуття граматичної категорії роду, що не властиво іменникам англійської мови. Визначальним у віднесенні англліцизмів до певної категорії роду є формальний чинник. У системі відмінювання переважна кількість англломовних запозичень, у тому числі й складні слова та термінословосполучення, функціонує відповідно до норм української мови та набуває відмінкової парадигми питомої лексики. Відхиленням від норм української мови є функціонування англломовних запозичень, які не змінюються, і

становлять окрему морфологічну групу невідмінюваних іменників та знаходяться на периферії граматичної системи української мови.

Англомовні терміни-іменники, як правило, не зазнають змін у числовій парадигмі та утворюють множину за законами української мови та за допомогою властивих їй засобів.

Аналіз морфемної структури англіцизмів у мові-реципієнті засвідчив, що основи англомовних термінів в українській мові здебільшого не набувають достатньої морфемної подільності, похідні запозичені основи функціонують як неподільні. Зміни морфемної будови англомовних запозичень є типовими для запозиченої лексики. На етапі входження в систему української мови спостерігаємо спрощення похідних англомовних основ та лексикалізацію словосполучень. Усичення та нарошення запозичених основ відбувається внаслідок оформлення англіцизмів українськими суфіксами, що дає їм можливість формально наблизитися до питомих слів української мови.

Дослідження словотвірної активності аналізованих англіцизмів у системі української мови виявило їх потенційну здатність адаптуватися до твірних основ мови-реципієнта. На продуктивність окремих словотвірних моделей у творенні похідних термінів від запозичень-англіцизмів впливають особливості терміноутворення в системі української термінології.

Лексико-семантичне освоєння англійських термінів супроводжується змінами семантичної структури та характеру значень запозичених термінів у системі української мови та змінами в окремих складниках лексико-семантичної системи мови-реципієнта внаслідок взаємодії термінів англійського походження з питоמוю термінологією. Семантичні зміни англіцизмів у системі української мови, які виявляємо через порівняння семантичної структури запозичення та його прототипу, є типовими для процесу переходу слова з однієї мови в іншу: спрощення та ускладнення семантичної структури, звуження, розширення та зміна значення.

На етапі входження в систему української мови спрощення семантичної структури відбулося в більшості полісемантичних англомовних термінів. Деякі з них увійшли в систему української мови в одному з лексико-семантичних варіантів, і ці терміни в нашій мові є моносемічними.

Звуження та розширення значень англомовних термінів щодо значень їх етимонів у мові-джерелі безпосередньо пов'язане зі спеціалізацією та генералізацією відповідних понять, а також звуженням і розширенням сфери функціонування терміна.

Проведений аналіз семантичної адаптації термінів-англіцизмів виявив неусталеність значень багатьох запозичень, що зумовлено недостатнім науковим осмисленням відповідних понять у терміносистемі-реципієнті, зумовлене коротким терміном їх вживання в новій терміносистемі. Це свідчить про їх неповне освоєння на рівні семантики, оскільки осмислення поняття визначаємо як важливий чинник семантичного освоєння запозиченого терміна.

Дослідження засвідчило наявність помітного впливу англомовної термінології на формування досліджуваної терміносистеми на сучасному етапі. Аналіз вживання англомовних запозичень на семантичному, фонетичному та словотвірному рівнях дає підстави стверджувати, що

англомовні запозичення є важливим складником формування авіаційної термінології. Дослідження процесу освоєння англомовних термінів у системі української мови показало, що англіцизми зазнають формальних змін – у графічному відтворенні, фонемному складі, морфемній структурі та граматичній формі, а також функціональних змін на рівні словотворення та семантики.

Список літератури

1. Даниленко В. П. О терминологическом словообразовании / В. П. Даниленко // Вопросы языкознания. – 1973. – № 4. – С. 76–85.
2. Зацний Ю. А. Мова і суспільство: збагачення словникового складу сучасної англійської мови / Ю. А. Зацний. – Запоріжжя : Запорізький державний університет, 2001. – 243 с.
3. Межжеріна Г. Англійські авіаційні терміни-композиції в аспекті перекладу українською мовою. – Гуманітарна освіта у технічних вищих навчальних закладах. – К., 2011. – С. 20-27.
4. Aerobatic Figures : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.iac.org/begin/figures.html>
5. Criminal Mission Analysis : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.managingrisc.com/_mission_anal.aspx

Редагування як метод удосконалення комунікативно-професійної компетентності майбутнього фахівця

У статті названо один з ефективних способів удосконалення мовно-мовленнєвої компетенції майбутнього фахівця, розкрито суть редагування як навчального методу, висвітлено технологію його застосування, схарактеризовано типи завдань на редагування й наведено їх приклади.

Демократичні перетворення, що відбуваються в Україні, розбудова могутньої самостійної держави з ринковою економікою, нагальна потреба в підготовці конкурентоспроможних кадрів надають проблемі комунікативної підготовки майбутніх фахівців особливого значення, оскільки мова – засіб усної та письмової взаємодії з колегами з метою спільного розв'язання професійних проблем, знаряддя пізнання й удосконалення професійної майстерності.

Показником належного рівня сформованості у випускників вищих навчальних закладів мовно-мовленнєвої компетенції є оволодіння ними культурою мовлення, зокрема дотримання норм сучасної літературної мови.

На жаль, як засвідчує практика, мовлення більшості фахівців будь-якої спеціальності далеке від ідеального, що робить актуальною проблему пошуку такого методичного підходу до проведення занять з української мови, який би сприяв оволодінню науковими знаннями і практичними вміннями щодо досконалого засвоєння норм української мови.

Таким підходом, як переконливо доводить власний досвід й навчальна практика інших педагогів [див: 1; 2; 3], може стати систематичне застосування на заняттях з української мови вправ і завдань на редагування як власних, так і чужих висловлювань. Без вироблення вміння редагувати, тобто помічати й усувати різні помилки у змісті, структурі та мовному оформленні тексту, а також заміняти менш точні слова й синтаксичні конструкції на більш влучні для вираження певної думки, неможливо досягти позитивних зрушень у мовленнєвому розвитку.

Мета статті – на основі аналізу відповідної науково-методичної літератури та узагальнення власного досвіду розкрити можливість цілеспрямованого формування в майбутніх фахівців умінь редагувати власні й чужі висловлювання й у такий спосіб удосконалювати їх мовно-мовленнєву підготовку.

Суть редагування полягає в здійсненні критичного аналізу вихідного матеріалу й у разі потреби внесенні в нього певних змін, пов'язаних з усуненням різноманітних помилок та пошуком найкращого способу висловлення думки.

Набуття вмінь удосконалювати сказане чи написане – процес складний і довготривалий. Щоб виробити у студентів звичку до свідомого контролю за якістю свого мовлення, прищепити їм уміння редагувати свої й чужі висловлювання, потрібна систематична цілеспрямована робота, тому навчання

редагування повинно проводитися не епізодично, а постійно – на кожному занятті з української мови.

Завдання, спрямовані на формування вмінь удосконалювати висловлювання, утворюють окрему групу в загальній системі вправ, які використовуються на заняттях з української мови. У ході виконання таких завдань мета викладача полягає в тому, щоб виробити у студентів потребу в здійсненні самоконтролю за своїм мовленням, акцентувати увагу на базових теоретичних засадах проведення цієї роботи та сформувати відповідні вміння й навички, основними серед яких є знаходження й усунення різних помилок (змістових, ефонічних, лексичних, граматичних, стилістичних, правописних) у мовному оформленні власних і чужих текстів або окремих речень, пояснення причин їх виникнення.

Передумовою успішного формування в майбутніх фахівців умінь редагувати є засвоєння інформації про типи помилок та окремі їх види. Цю роботу корисно розпочати вже на першому занятті після аргументованого доведення важливості формування такого складника професіограми майбутнього фахівця, як досконале володіння державною мовою. При цьому доцільно переконати першокурсників у хибності думки, що за одинадцять років навчання в школі вони вже оволоділи українською мовою. Про недостатній рівень формування вмінь правильно добирати мовні засоби для побудови власних висловлювань можуть свідчити результати своєрідного самодіагностування, проведеного на занятті у формі виконання завдання «Як сказати правильно?». Підвівши у такий спосіб першокурсників до висновку про необхідність удосконалення власного мовлення, викладач повідомляє й про основний спосіб досягнення позитивного результату – це вироблення вміння здійснювати самоконтроль за своїм мовленням. А цього може домогтися лише той, хто добре обізнаний з типовими порушеннями норм української мови, знає їх причини та способи усунення.

З огляду на те, що норми української мови виводяться на основі тих теоретичних знань, які отримали учні, вивчаючи відповідний навчальний предмет у школі, доцільно розробити й роздати першокурсникам культуромовний довідник, у якому теоретико-ілюстративний матеріал узагальнено у таблиці з такими графами: 1) типовий приклад порушення норм української мови; 2) характер (суть) мовленнєвої помилки; 3) правило, яке порушено; 4) відредагований варіант вживання лексеми чи побудови висловлювання.

Такий довідник з культури мовлення стане для студентів своєрідним джерелом базових теоретичних знань, необхідних для виконання завдань на редагування, і своєрідним переліком помилконебезпечних місць, пов'язаних з вживанням певної мовної одиниці.

Однак для того щоб навчитися здійснювати контроль за якістю свого мовлення, одних лише знань про типові помилки та способи їх усунення недостатньо. Потрібна продумана система завдань, за якої важливим є і варіювання умов, в яких застосовуються знання, і зростання рівня складності завдань, і науково обґрунтована їх послідовність. Цим загальновизнаним вимогам до системи тренувальних вправ відповідають завдання з редагування, розроблені А. Ярмолюк [3].

Авторка пропонує вправи трьох рівнів складності. Суть завдань першого рівня полягає в тому, що необхідно виправити названі в умові завдання види

помилки. Наприклад: 1) відшукайте у запропонованих висловлюваннях слова, вжиті у невласливих їм значеннях, і замініть їх потрібними; 2) відновіть порушений порядок розташування членів речення; 3) усуньте невинуватені повтори; 4) знайдіть росіянізми, замініть їх українськими відповідниками тощо. Можлива допомога у вигляді довідки, запропонованої в умові самого завдання, як-от: визначте, яка причина лексичної помилки в кожному із запропонованих висловів: 1) незнання значення слова; 2) невміння розрізняти пароніми; 3) неправильний переклад російського багатозначного слова; 4) невмінням відчувати відтінки значення слів одного синонімічного ряду; 5) нерозрізнення міжмовних омоніми.

У завданнях другого рівня складності підказка відсутня: потрібно у пропонованих прикладах, що містять різнотипні помилки, знайти їх, вказати вид, причину виникнення й виправити. Дидактичним матеріалом для завдань цього рівня складності виступають, як правило, окремі словосполучення чи речення.

Завдання третього рівня складності передбачають редагування студентами цілих текстів, насичених різнотипними мовленнєвими помилками. Досить ефективним прийомом роботи є колективне редагування одного тексту. Корисним вважається і такий прийом, як проведення через певний проміжок часу повторної, але вже індивідуальної роботи з раніше відшліфованим текстом.

Формуванню пильності до дотримання літературних норм сприяє проведення всіх занять у режимі постійної уваги до мовлення студентів: після кожної відповіді додатковий бал отримує той, хто помітив і виправив мовленнєву помилку у висловлюванні одного з учасників.

Висновки

Досвід роботи засвідчує, що усвідомлення студентами типових помилок та систематичне цілеспрямоване вправлення у редагуванні сприяє виробленню у майбутніх фахівців мовного чуття, особливої пильності до прочитаного й почутого слова, вміння легко знаходити потрібні слова для висловлення власної думки.

Список літератури

1. Куляс П. П. Редагування – справа потрібна і цікава / П. П. Куляс // Дивослово. – 2003. – № 2. – С. 51–56.
2. Шляхова В. Літературне редагування у системі фахової підготовки філологів / Валентина Шляхова // Культура слова. – 2011. – № 74. – С. 158–162.
3. Ярмолюк А. Методичні засади розвитку вмінь удосконалювати власне писемне мовлення / Алла Ярмолюк // Українська мова і література в школі. – 2005. – № 8. – С. 18–22.

К вопросу употребления метафор сферы авиации в современном испанском разговорном дискурсе

В докладе проанализирован процесс интеграции метафор на основе терминологических единиц из сферы авиации в испанский разговорный дискурс. Автор демонстрирует конкретные примеры использования в разговорной речи испанцев метафор, взятых из идеи о полете в целом, из коммуникации членов авиационного сообщества и т.д.

Для современного испанского разговорного дискурса характерно активное использование метафор, связанных с воздухоплаванием, авиацией и космонавтикой. В основу данного лексического явления положены процессы терминологической адаптации из соответствующих областей науки, а затем и в социальном принятии лексических единиц технического происхождения для объяснения новой реальности. Таким образом, лексические единицы, используемые как термины в науке и технике, могут быть приняты, адаптированы и использованы обществом в коммуникации за счет использования метафорических выражений.

В отличие от других языков, история развития испанской авиационной терминологии не столь хорошо изучена. Например, испанская исследовательница Вероника Виванко Серверо занималась исследованием роли механизмов использования метафор в авиационной области, но не фокусировалась на более широком ее использовании в сообществе. В своей работе она показывает, что «метафора, или, в более широком смысле, аналогия не является чужеродным элементом в формировании технических словарей или терминологий» [4].

С конца XIX – начала XX века, в испанской прессе все чаще появляются выражения и лингвистические механизмы, позволяющие объяснить обществу реальность полета человека, а в течение XX века благодаря путешествиям, выставкам, новостям, игрушкам данные выражения полностью интегрировались в повседневные жизнь и речь как нечто обычное. Таким образом, использование метафор, основанных на авиационной терминологии, является лучшим доказательством проявления тенденции гуманизма в науке и технике.

По мнению Джорджа Лакоффа, метафоры – это концептуальные фигуры, которые служат средством осмысления абстрактных сфер с конкретным термином, а также могут быть применимы для передачи значений реальных вещей другим вещам, которым они уподобляются. Например, термин *самолет* является метафорической проекцией лексемы *птица*, так как это лучший способ обозначить летающий предмет, напоминающий собой по форме птицу.

С точки зрения формирования лексики, метафоры, согласно Санмартин Саэс, соответствуют семантическим неологизмам и являются механизмами

лексического обогащения. Автор рассматривает их как форму достижения семантического новообразования, потому что она «оказывает влияние исключительно на значение: фигуральный смысл или грамматическую конверсию» [3].

Техническая метафора не предназначена для изумления слушателя или читателя или подчёркивания красоты объектов, как это происходит в художественной литературе. Ее цель сводится к объяснению с максимально возможной ясностью окружающей нас действительности.

В разговорной речи испанского языка используются некоторые метафорические выражения, взятые как из идеи о полете в целом, так и из мира авиации в частности. Для того чтобы вышеупомянутые метафоры смогли войти в повседневную речь они должны были быть в постоянном обращении. Таким образом, развитие и знакомство с различными видами летательных аппаратов, а именно, воздушных шаров, самолетов и вертолетов, стало необходимым условием для того, чтобы их внешний вид мог послужить средством для возникновения метафор.

Рассмотрим метафоры, связанные с идеей полета. Концепция полета присутствует в многочисленных выражениях повседневной речи. Так, например, метафора *a vuelo de pájaro* («с высоты птичьего полета») означает делать что-либо поверхностно, не входя в подробности, со слабым знанием дела.

Docente: Y, *a vuelo de pájaro*, me parece que la monografía de Ferreira está medio floja.

Преподовательница: И, *с высоты птичьего полета*, мне кажется, что монография Феррейра наполовину сырая.

Метафора *no vuela porque es pichón* («быть зеленым») применима по отношению к человеку, который молод и не имеет достаточного опыта.

Gerente de personal: Ustedes son muy *pichoncitos*, les falta experiencia, pero acá la van a conseguir.

Менеджер по персоналу: Вы еще очень зеленые, вам не хватает опыта, но здесь вы его приобретете.

В дополнение к такому роду метафорических выражений, которые четко связывают идею полета с животным миром, существуют другие метафоры без явной ссылки на птиц, где идея полета определяется эмоциональным и психическим состоянием. В частности, есть много часто используемых метафор, в которых полет ассоциируется с состоянием задумчивости, отвлеченности и чувством рассеянности.

Выражение *poner los pies sobre la tierra* («опуститься на землю») означает принять более реалистичную позицию, как это видно из следующего примера.

Padre: Deja de soñar, Martín, *pon los pies en la tierra*.

Отец: Хватит мечтать, Мартин, *опустись на землю*.

Далее проанализируем метафоры, взятые из мира авиации. Очень часто метафорические выражения разговорного испанского языка связаны с характеристиками, управлением, внешним видом воздушного судна и работой экипажа.

Выражение *ser un avión* («быстрый как самолет»), характеризующее самолет как самое быстрое транспортное средство, ассоциируется со скоростью и быстротой исполнения действия. Данные характеристики воздушного транспорта также могут быть переданы через дееспричастный оборот *ir volando* («мчаться», «лететь»).

Cintia: ¡Uy, son las seis menos cuarto! Me voy, me voy volando porque no llego.

Синтия: Ух, уже без четверти шесть! Я лечу, а то не успею.

Одним из качеств, связанных с контролем воздушного судна, является его управление. Идея пилотирования в данном случае переносится с самолета на любую эмоциональную, трудовую или жизненную ситуацию. Степень употребления этого выражения в обществе поддерживается появлением его и в журналистском дискурсе.

Periodista: Bielsa viene *piloteando* esa posición presidencial.

Журналист: Биельса *пилотирует* президентский пост.

Еще одним примером, который характеризует выполнение действия без должного внимания, является выражение *el piloto automático* («автопилот», «пустить на самотек»).

Sergio Sinay: Si uno pone la relación en *piloto automático*, lo más probable es que se estrelle [2].

Серхио Синай: Если кто-то *пустит* отношения на самотек, вероятнее всего он потерпит неудачу.

Метафоры *estar despistado* («проявлять рассеянность»), *pedir pista* («идти на посадку») также имеют отношение к авиации, так как ключевое слово *pista* («взлетно-посадочная полоса»), являющееся основой этих выражений, передает психическое состояние, в данном случае, дезориентации или растерянности или готовность осуществления какого-либо действия.

Señora: Disculpe, señora. ¿La calle Undiano? No soy de acá y *estoy medio despistada*.

Сеньора: Извините, сеньора. Это улица Ундиано? Я не местная и к тому же немного *рассеянная*.

Señor F. Carnota: Hace un par de veranos que Mateyko (conductor de televisión) viene *pidiendo pista*.

Сеньор Ф. Карнота: Уже несколько лет как Матейко (водитель на телевидении) *просит, чтобы его взяли* на работу.

Внешний вид воздушных суден также нашел свое отображение в разговорной испанской речи. Так, например, люди ассоциируют цилиндрическую форму дирижаблей с полнотой своих домашних питомцев.

Contexto: La hablante observa que su gato ingresa en la habitación y comenta.

Ayelen: Ahí viene el *zeppelin*.

Контекст: Говорящий наблюдает, как его кот входит в комнату и комментирует.

Айелен: А вот идет *цеппелин*.

Скоординированное взаимодействие и тесное сотрудничество между членами экипажа делает возможным использование метафорических

выражений для акцентирования идеи товарищества и командной работы среди людей в других социальных областях.

Martín Marquesi: Mi copiloto, amigo, compañero.

Мартин Маркеси: Мой второй пилот, друг, товарищ.

В рамках нашего исследования мы хотели бы также упомянуть и метафоры, используемые членами авиационного сообщества. Данные выражения, используемые в речи пилотов и диспетчеров воздушного движения, относящиеся как непосредственно к людям, так и к состоянию вещей в целом, являются метафорами в более широком смысле, включая такие понятия, как метонимия и синекдоха.

Таким образом, слово «душа» можно рассматривать как метонимическую метафору, относящуюся к людям, которую используют вертолетчики для передачи количества «людей на борту».

Piloto: Trabajo en zona, duración del vuelo dos horas y media, cinco almas a bordo.

Пилот: Рабочая зона, длительность полета два с половиной часа, пять душ на борту.

Выводы

Лексико-прагматической особенностью современного испанского разговорного дискурса является его метафоричность. Национально-культурная специфика разговорной речи испанцев отразилась в использовании не только общезыковых метафорических выражений, но и в частом употреблении концептуальных метафор, относящихся к терминологии конкретной предметной области. В частности в данной работе мы продемонстрировали примеры использования в испанском языке в повседневной коммуникации метафор из области управления воздушным сообщением как одного из механизмов концептуализации понятий в авиации.

Список литературы

1. Lakoff G y M Johnson *Metáforas de la vida cotidiana* / G Lakoff y Johnson M. – Madrid: Cátedra, 1998.
2. Revista Nueva, N° 618, 18 de mayo de 2003, pp.10-11.
3. Sanmartín Sáez La creación léxica (I) Neologismos semánticos: las metáforas de cada día", en Briz, A ¿Cómo se comenta un texto coloquial? / Sáez Sanmartín. – Barcelona: Editorial Ariel, 2000.
4. Vivanco Cervero *Homonimia y polisemia: teoría semántica y aplicación lexicográfica* / Cervero Vivanco. – Buenos Aires: Ediciones, 2003.

Л.Г. Стороженко, канд. філол. наук
(Національний авіаційний університет, Україна)

Мовнокомунікативна компетентність фахівців авіаційної галузі: прагматичний аспект

У зв'язку із соціально-економічними трансформаціями суспільства, викликами сучасного ринку праці питання формування професійної мовнокомунікативної компетентності спеціалістів дедалі більше набуває актуальності. У статті розглянуто прагматичний аспект мовної комунікативної компетентності фахівців авіаційної галузі.

Загальний розвиток науково-технічного прогресу, виклики сучасного ринку праці зумовлюють оновлення змісту освіти в цілому, застосування інноваційних підходів в освітніх процесах вищої школи. Під цим кутом зору особливої ваги набирає модернізація мовнокомунікативної компетентності майбутніх фахівців різних галузей, пріоритетом для яких повинно бути не тільки якісне виконання професійних завдань, а й логічний, аргументований виклад думки, уміння переконувати та ефективно впливати на співрозмовника (ділового партнера) у процесі спілкування. Погодимось з думкою Л. Мацько, яка зазначає, що особистість молодшої людини «формується переважно на мові, на її лексико-понятійному арсеналі та її засобами й розкривається як освічена яскрава індивідуальність» [3, с. 2].

Сьогодні питання мовнокомунікативної компетентності є актуальним і широко обговорюваним серед вчених – мовознавців, педагогів, лінгводидактів (А. Богуш, О. Горошкіна, І. Дроздова, С. Караман, К. Климова, О. Ковтун, Л. Кравець, Л. Мамчур, Л. Мацько, Н. Микитенко, Л. Овсієнко, Н. Остапенко, М. Пентилок, Т. Симоненко, Л. Струганець та ін.).

Проблемі формування професійного мовлення у майбутніх фахівців авіаційної галузі присвячено дослідження О. Ковтун [2]. Погоджуємось із думкою науковця, що під компетентністю слід розуміти якісну характеристику особистості, інтегрований результат, що передбачає зміщення акцентів з набуття нормативно визначених знань, умінь і навичок у певній професійній діяльності до формування в особистості здатності успішно практично діяти, застосовуючи набутий життєвий досвід у конкретній професійній діяльності [2, с. 74].

У цьому контексті доцільним є розгляд саме прагматичного аспекту комунікативної мовної компетентності фахівця, у т.ч. авіаційної галузі.

Постає питання що ж слід розуміти під прагматичною складовою лінгвокомунікативних знань, умінь та навичок майбутнього спеціаліста.

Згідно із «Загальноєвропейськими Рекомендаціями з мовної освіти» основу комунікативної мовної компетентності складає комплекс компонентів: лінгвістичний, соціолінгвістичний та прагматичний [1].

Останній компонент безпосередньо пов'язаний із функціональним застосуванням лінгвістичного (теоретичні відомості про мову; структура

мовної системи; мовна нормативність тощо) та соціолінгвістичного (соціокультурні умови використання мови; правила етикетних мовних норм між окремими особами та соціальними групами та ін.) аспектів. Разом з тим, прагматичний чинник, на наш погляд, є домінуючим саме для фахової мовної комунікації, оскільки передбачає здатність і готовність майбутнього спеціаліста комунікувати у професійному середовищі, застосовуючи термінологічний мовний арсенал, як невід'ємну складову фахового спілкування. Адже зміст прагматичного компонента передбачає наявність саме термінологічної мовленнєвої компетентності як організованої системи лінгвістичних знань про терміни, їх зміст і структуру, тлумачення, сприйняття, уміння оперувати та доцільно застосовувати термінологічну лексику у професійній практичній / науковій сферах.

Відтак формування «прагматичних» мовних навичок фахівцями авіаційної галузі є актуальним завданням, що передбачає низку етапів:

- дослідження генези терміносистеми авіаційної галузі (походження, специфіка становлення, закономірності розвитку фахових термінів);
- ознайомлення з історіографією питання (навчально-методичні джерела; фахові словники; термінологічні школи);
- аналіз специфіки функціонування «універсальної» авіа-термінології та доцільність використання українських термінологічних відповідників; поняття термінологічної синонімії;
- дослідження способів номінації авіа-термінів;
- вивчення деривативних особливостей терміносполук галузі;
- аналіз лексико-стилістичних принципів застосування термінів у професійній комунікації (усне та писемне мовлення);
- розширення та удосконалення лексикографічних навичок фахівця (оволодіння словниковим запасом галузевих термінологічних, перекладних та спеціальних словників).

Вище окреслена послідовність цілком відображає теоретико-практичний аспект удосконалення мовної комунікативної компетентності фахівців авіа-галузі.

На окрему увагу заслуговує граматична складова прагматичного аспекту комунікації. Адже введення термінів до текстів наукового чи професійного мовлення ґрунтується не лише на теоретичних знаннях чи фаховому підході щодо вирішення проблеми, а й на здатності фахівця сприймати, інтерпретувати, аналізувати інформацію. Відтак комунікант повинен оперувати основними правилами побудови професійного дискурсу (відповідність меті та завданням комунікативної ситуації; доречність жанрово-стилістичного застосування окремих термінів; аналіз правильності побудови і змістового термінонаповнення мови «опонента» тощо).

Свідоме використання авіа-термінів та терміносполук, доцільність їх застосування, навички професійної комунікації (усної / писемної) літературною мовою – ознаки не лише високоякісного фахового мовлення, а й рівень фаховості працівника авіаційної галузі в цілому, що додатково «забезпечується всією системою знань спеціаліста, які формуються в процесі загальнонаукової, загальнокультурної та професійної підготовки у вищому

навчальному закладі» [5, с. 27]. Відтак мовна комунікативна компетентність – це поєднання властивостей, які разом роблять можливим компетентне виконання певного завдання фахівцем [4, с. 32].

Сучасний етап розвитку мовнокомунікативної компетентності майбутніх фахівців авіаційної галузі характеризується прагненням науково-педагогічного складу цілеспрямовано розв'язувати актуальні завдання якісної підготовки високопрофесійних спеціалістів, що відповідає викликам сьогодення. Можемо констатувати, що у лінгводидактиці вищої школи превалюють тенденції, спрямовані на модернізацію змісту професійного мовлення майбутніх фахівців авіаційної галузі, що передусім передбачає термінологічну грамотність як головну прагматичну складову.

Висновки

Отже, прагматичний аспект мовнокомунікативної компетентності майбутнього фахівця авіаційної галузі – це системний лінгво-особистісний компонент, що у поєднанні з іншими елементами мовної системи (лінгвістичної та соціолінгвістичної) дає можливість на високому фаховому рівні виконувати завдання та комунікувати у професійній сфері та суспільстві загалом.

Список літератури

1. Загальноєвропейські Рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://kievskiy-ruo.edu.kh.ua/Files/downloads/zagalnoyevrop_rekom.doc
2. Ковтун О. Формування професійного мовлення у майбутніх фахівців авіаційної галузі : [монографія] / Ковтун О. – К. : Освіта України, 2012. – 448 с.
3. Мацько Л. І. Матимемо те, що зробимо. До питання формування мовної культури / Л. І. Мацько // Дивослово. – 2001. – № 9. – С. 2–3.
4. Рашкевич Ю. М. Болонський процес та нова парадигма вищої освіти : моногр. / Ю. М. Рашкевич. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 168 с.
5. Симоненко Т. В. Теорія і практика формування професійної мовно-комунікативної компетенції студентів філологічних факультетів : монограф. / Т. В. Симоненко. – Черкаси : Вид-во Вовчок О. Ю., 2006. – 328 с.

Спілкування як базове поняття у формуванні культури професійного спілкування майбутніх фахівців із логістики

У статті зроблено спробу провести аналіз щодо підходів до визначення поняття «спілкування» у зарубіжній та вітчизняній науковій літературі та визначити його роль у професійній діяльності майбутніх фахівців із логістики.

Перед педагогічною наукою й практикою стоїть складне завдання підготовки фахівців сфери логістики до професійної діяльності в нових умовах розвитку ринкових відносин. Майбутні фахівці з логістики мають бути готовими до виконання складних професійних завдань, які завжди пов'язані з професійним спілкуванням.

Розглядаючи проблему формування культури професійного спілкування у студентів – майбутніх фахівців із логістики, вважаємо за необхідне звернутися до розгляду «спілкування», як базового поняття цього феномена.

У зв'язку з тим, що професійна діяльність вимагає від спеціалістів різного профілю глибокого опанування фахових знань та якісної комунікативної підготовки, дедалі частіше предметом наукового вивчення останніх років стають різні аспекти комунікативності, професійної і ділової комунікації, формування комунікативних умінь, навичок і компетенцій.

Проте, незважаючи на чималу кількість наукових праць, що присвячені проблемі взаємодії людей, у психології не існує єдиного підходу до визначення поняття «спілкування».

Термін «спілкування» увійшов до понятійного апарату багатьох наук – філософії, психології, соціології, мовознавства, педагогіки, культурології, семіотики, теорії інформації, менеджменту тощо, кожна з яких розглядає певні сторони і закономірності людської взаємодії і формує власну концепцію спілкування. Проте існують досить серйозні розбіжності у тлумаченні поняття спілкування, розумінні його функцій і механізмів, що зумовлює доцільність детального обговорення цього питання.

Так, спілкування є однією з головних категорій філософії. У філософському енциклопедичному словнику спілкування розглядають як «процес взаємозв'язку та взаємодії суспільних суб'єктів (класів, груп, особистостей), у якому відбувається обмін діяльністю, інформацією, здібностями, уміньми та навичками, а також результатами діяльності, одна з необхідних і загальних умов формування і розвитку суспільства й особистості» [5, с. 432].

Психологічний словник за редакцією А. Петровського та М. Ярошевського поняття «спілкування» розглядає як «багатоплановий процес встановлення й розвитку контактів між людьми, породженого їхніми потребами в спільній діяльності, та як здійснювана знаковими засобами взаємодія суб'єктів, спричинена потребами спільної діяльності» [4, с. 244].

Тобто поняття «спілкування» є підпорядкованим категорії «діяльність», похідним по відношенню до неї.

У тлумачному словнику української мови (за редакцією В. Яременко, О. Сліпушко) спілкування визначається як: 1) дія за дієсловом *спілкуватися*, тобто підтримувати взаємні стосунки, діловий, дружній зв'язок із ким-небудь; контактувати, розуміти одне одного; 2) об'єднуватися для спільних дій [2].

Відповідно до тлумачень у Вебстерському словнику: «спілкування» визначається як «акт або факт комунікації» [6, с. 195], тобто спілкуватися – значить повідомляти, передавати, давати або переправляти; зробити відомим за допомогою інформації, спілкуватися, розмовляти.

Існує багато підходів до розуміння поняття «спілкування» і його зв'язку з поняттям «діяльність»: деякі дослідники діяльність і спілкування розглядають не як паралельно існуючі та взаємопов'язані процеси, а як дві сторони соціального буття людини, способу її життя, інші – вбачають спілкування як елемент будь-якої діяльності, треті – визначають спілкування як особливий вид діяльності, зокрема називають комунікативну діяльність. Достатньо поширеним є визначення спілкування як взаємодії людей, яка має суб'єкт-суб'єктний характер, коли кожен із комунікантів виступає як особистість, що проявляє певну активність, впливає на іншого і одночасно зазнає впливу з боку партнера.

Вважаємо, що найбільш влучне тлумачення поняття «спілкування», яке враховує різні його аспекти, подано у дослідженнях відомого російського дослідника Б. Паригіна, який запропонував свій підхід до створення соціально-психологічної концепції спілкування, провівши структурний аналіз спілкування – виділив у ньому зміст (комунікацію) та форму (взаємодію). Науковець розуміє спілкування як «складний і багатограний процес взаємодії і взаємовпливу людей, який може одночасно розглядатися і як акт обміну інформацією, і як безпосередній емоційний контакт між комунікантами» та наголошує на тому, що «взаємодія людей може бути різноманітною за змістом і формою, починаючи з фрагментарних, часто неусвідомлюваних контактів, і закінчуючи високим духовним взаєморозумінням партнера» [3, с. 28].

Значний доробок у розробку проблем спілкування здійснив ще один російський учений В. М'ясищев. Для його підходу характерне прагнення розглядати спілкування як процес взаємодії конкретних особистостей, у якому тісно взаємопов'язані три компоненти: психічне відображення учасниками спілкування один одного, їх ставлення один до одного та звернення (взаємодія) один з одним «Особистість є не лише об'єктом та результатом відносин, що складаються у процесі спілкування, водночас, вона виступає в цьому ж спілкуванні у ролі активного суб'єкта певних відносин. А формування основних якостей (особливо моральних) відбувається не просто в процесі спільної діяльності, лише за умови, якщо між учасниками створені відносини співробітництва, співтворчості та взаємодопомоги» [1, с. 169].

Спілкування виступає одним із важливих інструментів професійної діяльності майбутніх менеджерів із логістики. Завдяки спілкуванню в майбутньому вони налагоджуватимуть контакти з клієнтами, з'ясовуватимуть проблеми та накопичуватимуть інформацію, необхідну для розв'язання

проблем. Одночасно в ході спілкування здійснюватиметься цілеспрямований вплив керівника на підлеглого. Окрім того, від володіння засобами спілкування часто залежить результат ділових переговорів із партнерами, тому можна стверджувати, що спілкування є одним із найважливіших видів діяльності майбутнього управлінця-логіста.

Висновки

- 1) Незважаючи на чималу кількість наукових праць, що присвячені проблемі взаємодії людей, у психології не існує єдиного підходу до визначення поняття «спілкування».
- 2) Одна група дослідників діяльність і спілкування розглядає не як паралельно існуючі та взаємопов'язані процеси, а як дві сторони соціального буття людини, способу її життя.
- 3) Інші дослідники вбачають спілкування як елемент будь-якої діяльності.
- 4) Третя група вчених визначає спілкування як особливий вид діяльності, зокрема, наголошуючи на комунікативній діяльності.
- 5) Спілкування виступає одним із важливих інструментів професійної діяльності майбутніх менеджерів із логістики.

Список літератури

1. Мясищев В.Н. Психология отношений: избранные психологические труды / В.Н. Мясищев. – М.: Ин-т практ. психологии; Воронеж: НПО «МОДЭК», 1995. – 356 с.
2. Новий тлумачний словник української мови: [під ред. В. Яременко, О. Сліпушко]: в 5-ти т. – К.: «АКОНІТ», 2001. – Т.3. – 237 с.
3. Парыгин Б.Д. Анатомия общения: [учеб. пособие] / Б.Д. Парыгин. – СПб.: Издательство Михайлова В.А., 1999. – 301 с.
4. Психология: словарь / Под ред. А. Петровского, М. Ярошевского – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
5. Философский энциклопедический словарь / Редкол.: С.С. Аверинцев, Э.А. Араб-Оглы, Л.Ф. Ильичев и др. – 2-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 815 с.
6. Seibert L. A study on the Practice of Guessing Word Meaning from a Context / L. Seibert – Modern Language Journal, N YXXXIX, 4. Apr. 1955. – 296 p.

*О.Р. Андріяшик, кандидат філологічних наук,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Мовна комунікація як складова фахової діяльності

Доповідь присвячена проблемі формування мовної компетенції як складової фахової діяльності. Увагу зосереджено на застосуванні інтерактивних методів навчання. Розглянуто актуальні проблеми впровадження кейс-методу. З'ясовано, яку роль відіграє мовна комунікація під час формування фахової діяльності.

Нині поняття «комунікація» набуває дедалі ширшого застосування, є предметом дослідження найновіших фахових розробок. Загалом комунікація розглядається як одна з фундаментальних категорій сучасного життя і мислення. У сув'язі з проблемами комунікації у різноманітних дисциплінах (як-от менеджмент, документознавство, юриспруденція, соціолінгвістика) розглядають такі поняття як «комунікативні стратегії», «комунікативна особистість», «комунікативний акт», «комунікативні наміри» тощо. Концептуальні підходи до визначення теорії комунікації не суперечать одна одній, а, навпаки, взаємодоповнюються. Це засвідчують праці, скажімо, Л. Дунець [1] «Психологія спілкування», Ю. Косенко «Основи теорії мовної комунікації» [2], Л. Рай «Розвиток навиків ефективного спілкування» [4]. Одним із центральних понять у викладанні курсу «українська мова (за професійним спрямуванням)» є мовна комунікація, досліджена у працях таких авторів, як Т. Гриценко, В. Жайворонок, М. Зубков, вагомими є також здобутки І. Кочан, Н. Бабич, О. Семенов, С. Шевчук.

Таким чином теорія комунікації загалом передбачає комплекс дисциплін, що пов'язують її предмет із механізмами і закономірностями інформаційного обміну. Мовна комунікація є одним із центральних понять у процесі фахової діяльності, «умовою існування групи як цілісної системи» [2; с.13]. Щодо мовної комунікації, то дослідниця Ю. Косенко, розглядаючи особливості мовленнєвої діяльності у плані співвідношення закономірностей спілкування і структури мовленнєвого акту стверджує: «**комунікація** – технічний процес обміну інформацією між двома і більше індивідами (або групами)» [2; с. 53]. На думку дослідниці, власне «комунікацію» слід відрізнити від «спілкування», адже останнім часом простежується тенденція до сплутування цих термінів. Так, з'ясовуючи у чому полягає значущість мови у суспільному перебігу, Ю. Косенко стверджує: «ідея єдності, об'єднання, зв'язку зі спільнотою є визначальною для поняття комунікації, але є певна обмеженість слова спілкування щодо функціонування його у науковій і виробничій сферах» [2; с. 19].

Дослідниця виокремлює такі значення поняття «комунікація»:

1. соціальна комунікація, спілкування між людьми та іншими соціальними суб'єктами;
2. зв'язок за допомогою технічних засобів;

3. певна система, за допомогою якої забезпечується сполучення між віддаленими об'єктами.

Послугуючись цими означеннями, спробуймо з'ясувати, яким чином відбувається застосування інтерактивних методів (таких як кейс-метод) під час формування фахової діяльності і яку роль при цьому відіграє мовна комунікація.

Кейс-метод або метод конкретних ситуацій, які відбулися в реальному житті (від англійського case – випадок, ситуація) – метод активного проблемно-ситуативного аналізу, що ґрунтується на навчанні шляхом вирішення конкретних завдань (кейсів). Побіжно окреслюючи особливості такого методу, варто навести думку Е. Сподарк, який вважає, що навчання на основі кейс-методу – це цілеспрямований процес, побудований на всебічному аналізі представлених ситуацій, обговоренні під час відкритих дискусій проблем кейсів і виробленні *комунікативних* навичок прийняття рішень [5]. Проблема застосування інтерактивних методів у навчальному процесі була в центрі уваги таких науковців, як Н. Баліцька, О. Євтух, Н. Коломієць, І. Куришева, Л. Пироженко, О. Пометун, Г. П'ятакова, О. Сіроштан, О. Січкарук та ін. Прикметною рисою кейс-методу є створення проблемної ситуації на основі фактів із реального життя [5, с. 12].

Під час застосування такого методу роль комунікативної складової тут виняткова. Адже вона сприяє розвитку не тільки винахідливості, вмінню вирішувати проблеми, розвиває здібності аналізувати, а, насамперед, навчає спілкуватися. Основною умовою такої діяльності є активна участь усіх присутніх. Головне завдання при цьому – спровокувати дискусію.

Таким чином комунікативна складова втілюється на усіх етапах творення кейс-методу:

- добір комунікативних ситуацій;
- організація обговорення;
- виокремлення кола найважливіших питань;
- вивчення і обмін інформації;
- аналіз проблеми;
- пошук варіантів вирішення проблеми тощо.

Особливість кейс-методу з погляду комунікативної складової полягає насамперед в тому, що здобуті знання є багатограними, тобто в результаті того, що немає однозначної відповіді на поставлене питання, існує плюралізм – комплекс відповідей-гіпотез, які потребують подальшого доведення. Відповідно, акцент навчання зводиться не до оволодіння готовим знанням, а до його самостійного здобуття.

Комунікативна складова втілюється на таких рівнях: лінгвістичному, соціолінгвістичному, дискурсивному та соціокультурному. Відтак можемо виокремити такі компоненти комунікативної складової, яка формується у процесі застосування інтерактивних методик:

- **граматична** (володіння граматичними правилами, словниковими одиницями і фонологією, завдяки чому формується вміння правильно висловлюватися);

- **соціолінгвістична** (здатність вибирати і використовувати адекватні мовні форми і засоби залежно від мети і комунікативної ситуації);
- **дискурсивна** (здатність побудови цілісних, зв'язних і логічних висловлювань різних функціональних стилів літературної мови на основі розуміння різних видів текстів; передбачає вибір лінгвістичних засобів залежно від типу висловлювання);
- **соціокультурна** (вміння розуміти та адекватно використовувати культурні особливості в процесі спілкування).

Висновки

Фахова діяльність потребує певних мовнокомунікативних умінь. Професійна комунікація передбачає насамперед наявність професійних знань, загальної культури, етичних норм. Відтак можна стверджувати, що людина формується на основі комунікативної компетенції. Знання свого фаху – це насамперед знання мови, уміння добирати правильні звороти, специфічну термінологію, стилістично і граматично правильно формувати висловлювання.

Застосування інтерактивних методик, скажімо кейс-методу, дає змогу творчо використовувати аналітичні, практично-мовленнєві навички, комунікативні вміння, володіння всіма видами мовленнєвої діяльності.

Список літератури

1. Дунець Л.М. Психологія спілкування. – Хмельницький: ТУП, 2003. – 142 с.
2. Косенко Ю.В. Основи теорії мовної комунікації: навч. посіб. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 187 с.
3. Основи теорії мовної комунікації: навчальний посібник / О. А. Семенюк, В. Ю. Паращук. – К. : Видавничий центр «Академія», 2010. – 240 с.
4. Рай Л. Развитие навыков эффективного общения. – СПб.: Питер, 2002. – 288 с.
5. Spodark E. Pedagogical Applications for the Single Computer Teaching Station: A Case Study / E. Spodark // Computer Assisted Language Learning. – 2000. – Vol. 13. – №3.

Л. В. Царьова,
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри іноземних мов
(Льотної академії Національного авіаційного університету, Україна)

Підготовка фахівців авіаційної галузі до сприйняття англomовного радіотелефонного повідомлення

У статті проаналізовані проблеми, пов'язані з підготовкою фахівців авіаційної галузі до сприйняття англomовного радіотелефонного повідомлення, що реалізується за допомогою таких механізмів, як антиципація, сприйняття мовного потоку, пам'ять, увага, логічне мислення. Особливого значення ми надаємо механізму осмислення почутого матеріалу, механізму слухової пам'яті та механізму прогнозування.

Постановка проблеми. У майбутньому авіаційні спеціалісти будуть здійснювати міжкультурну комунікацію з представниками різних країн світу, що зумовлює важливість якісної мовної підготовки авіаційних спеціалістів і виступає гарантом надійності спеціалістів з льотного обслуговування повітряних суден та повітряного руху. Якість мовної підготовки регулюється вимогами ІКАО, що передбачає володіння англійською мовою на четвертому робочому рівні.

Авіаційний фахівець повинен уміти сприймати на слух та відповідно реагувати на отриману інформацію у процесі професійного спілкування, передавати інформацію, розуміти різні акценти, задавати питання, однозначно і чітко висловлюватись на загальні, конкретні та пов'язані з роботою теми, успішно вирішувати лінгвістичні проблеми, що виникають під час непередбачуваних ситуацій, та багато іншого. Тому, особлива увага приділяється підготовці авіаційного фахівця до сприйняття професійно орієнтованого мовлення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Деякі аспекти вербального спілкування висвітлені у роботах Леонт'єва О. О., Громової Т. В., Обдалової О. О., Тиміної С. В., Яковлевої В. А. та інших. Починання і сприйняття мовлення у межах лінгвістики вивчалися Бацевичем Ф. С., Грушевицькою Т. Г., Дeyк Т. А., Зимнею І. О., Садохіним А. П. та іншими. Комунікативна спрямованість, її лінгвістичні характеристики й у цілому лінгвістичні особливості авіаційної англійської мови досліджувались Єнчевою Г. Г., Кириченко Г. Г., Ковтун О. В. Навчання авіаційних спеціалістів професійно орієнтованій англійській мові розглядалась певними науковцями, а саме Акімовою О. В., Герасименко Л. С., Лаврухіною Т. В., Мітсutoмі М., Москаленко О. І., Харченком В. П., Щербіною С. В. і багатьма іншими.

Увага філологів, які відповідають за мовну підготовку авіаційних фахівців, зосереджена на головному завданні – навчанні сприймати англomовне радіотелефонне повідомлення, чим зумовлюється **актуальність** даної статті. Відповідно, її **метою** є дослідження проблем, пов'язаних з

процесом навчання сприйняттю професійно-орієнтованого мовлення майбутніми авіаційними спеціалістами.

Виклад основного матеріалу. Авіаційна англійська мова виступає ефективним засобом спілкування у професійному середовищі. На думку Ф. С. Бацевича, вербальне спілкування, як «форма соціальної взаємодії людей за допомогою мови, яка реалізується в мовленнєвій діяльності партнерів по спілкуванню. У безпосередньому усному спілкуванні це говоріння і аудіювання (слухання), в опосередкованій писемній формі – читання і письмо» [8]. У своєму дослідженні ми зосередимось на аудіюванні, що здійснюється у специфічній комунікативній сфері авіації, якій притаманні стандартизовані форми, тобто певні комунікативні ситуації.

Сприймаючи на слух різні комунікативні ситуації реципієнт, на думку українського філолога Ф. С. Бацевича, проходить різні шляхи. Наприклад: фізичне сприйняття повідомлення, тобто аудіювання, розуміння поверхневого значення, це перша реакція, співвіднесення з контекстом у широкому сенсі (порівняння його з попередніми повідомленнями і прогнозування наступного шляхом висловлення намірів щодо подальших дій), розуміння глибинного значення (сутісне розуміння повідомлення), співвіднесення з фондом професійних знань присупозицій, інтелектуально-емоційне сприйняття повідомлення, усвідомлення його змісту, концепту, а також інтенцій адресанта [1, с. 104].

Під адресантом (реципієнтом) ми розуміємо пілота або диспетчера повітряного руху, від точності і відповідності їхніх інтенцій залежить безпека повітряного руху. Усвідомлення змісту радіотелефонних повідомлень передбачає адекватне і відповідне реагування, що сприяє загальній безпеці всіх учасників повітряного руху та ефективній комунікації у цілому.

Професійно-орієнтованим аудіюванням ми вважаємо складну мовну діяльність з ознайомлення з професійно-важливою інформацією (оцінка, відбір, подальше застосування), пов'язаною з професійною діяльністю у сфері авіації. Аналіз досліджень з проблеми сприйняття звукових сигналів у професійному спілкуванні показав, що об'єктивні та суб'єктивні труднощі перетворюють даний процес на надскладний. До об'єктивних чинників, що ускладнюють професійне аудіювання майбутнього авіаційного спеціалістів, на думку Л. В. Бондаревої, відносяться технічні шуми, суворий ліміт часу, що відводиться на сприйняття повідомлення, раптовість отримання інформації; до суб'єктивних науковець відносить особливості вимови, інтонації, індивідуальні акценти комунікантів [2, с. 23].

Є. С. Каптурова визнає дієвою умовою аудитивної діяльності іноземною мовою дотримання оптимальних параметрів (успішність, ефективність, адекватність, інтегративність) для вирішення комунікативних завдань, детермінованих практичними цілями [4, с. 93]. О. Ю. Малушко вважає запорукою ефективного сприйняття іноземної автентичної мови урахування лінгвістичних компонентів висловлення, індивідуальних особливостей комунікантів та умов спілкування [6, с. 10].

В. О. Цибанєва пов'язує сприймання та змістове переосмислення іншомовного аудитивного повідомлення з такими механізмами, як

антиципація, сприйняття мовного потоку, пам'ять, уява, логічне мислення. Тому майбутній авіаційний спеціаліст повинен бути здатний і готовий здійснювати сприйняття, розуміння та змістовне переосмислення усного іншомовного повідомлення [9, с. 46].

Ефективне професійне спілкування здійснюється за допомогою мовно-рухового механізму, механізму осмислення отриманої інформації, механізму сегментування мовного потоку, механізму пам'яті, механізму вірогідного прогнозування. Сприйняття усної інформації майбутніми авіаційними спеціалістами не можливо без участі мовно-рухового механізму. Якість розуміння повідомлення залежить від якості мовлення, першим етапом якого, на думку Л. А. Чистович, є артикуляційне розпізнавання почутого повідомлення. Науковцем встановлено, що уже на початку сприймання, тільки но виникає установка на слухання, органи артикуляції знаходяться в активному стані. Чим краще засвоєний звуковий образ слова, тим менше він потребує контролю, тому вимовляння відбувається у найскладніших ситуаціях, коли сформований образ слова ще не закріплений, або коли наявні певні шуми, що не переважають сприйняття.

Розглядаючи механізм осмислення, І. А. Зимня відмічає, що це процес становлення змістових зв'язків і відношень між елементами та одиницями іншомовного повідомлення, під час сприйняття відбувається неперервне порівняння отриманих сигналів з тими моделями та еталонами, які зберігаються у пам'яті [3, с. 297]. Це порівняння ґрунтується на минулому досвіді реципієнта, під яким маєтись на увазі слід від слухових та мовнорухових вражень, що складають основу слухового сприйняття та розуміння мови. Якщо слуховий слід достатньо активний, то при сприйнятті він ніби оживає, і відбувається впізнавання.

На рівень впізнавання почутого впливають засоби мовного коду, які характеризуються різними культурно-специфічними смислами, а також стратегіями і тактиками спілкування притаманними авіаційним спеціалістам з різних країн світу. Ця проблема може вирішуватись через уніфікацію мовних кодів авіаційної англійської мови, що вдало вирішується дотриманням вимог ІКАО до рівня володіння професійною мовою.

Механізм осмислення тісно пов'язаний з механізмом сегментування усного мовлення. І. А. Зимня стверджує, що у процесі прослуховування реципієнт встановлює змістові зв'язки з частинами мовного матеріалу шляхом виділення суттєвих опорних пунктів [3, с. 299].

Механізм осмислення також невід'ємний від механізму слухової пам'яті. Від здатності утримувати у пам'яті сприйнятий відрізок мовлення залежить процес розуміння інформації, можливості її логічної переробки. Уміння орієнтуватися в усній інформації напряду залежить від об'єму довгострокової п'яті (від кількості слів, синтаксичних конструкцій, що містяться у ній). Для успішної роботи цього виду пам'яті надзвичайно важливим виявилась семантична подібність запам'ятовуваних елементів. Лексичні одиниці та мовні образи, згруповані згідно певних ознак, запам'ятовуються набагато краще, легше та міцніше ніж випадковий матеріал. На короткострокову пам'ять впливає зовнішня звукова подібність сприйнятих

на слух одиниць: почутий матеріал систематизується відповідно до змістовних ознак та слухових асоціацій. Існує міцний взаємозв'язок між довгостроковою та короткостроковою слуховою пам'яттю. Безперечно вона враховується у процесі підготовки до іншомовного аудіювання майбутніми авіаційними спеціалістами.

Механізм прогнозування іншомовного висловлення полягає у тому, що у процесі слухання реципієнт уже під час сприйняття першого слова фрази може прогнозувати з високою ймовірністю наступне слово. Реципієнт не чекаючи на повний текст повідомлення, а іноді з самого початку процесу сприйняття, прогнозує ймовірні рамки або границі повідомлення, об'єм, і саме головне, його змістову структуру, при тому мовні ознаки цілісності тексту уможливають адекватність сприйняття. Розвинуті прогностичні навички майбутніх авіаційних спеціалістів забезпечують цілісність сприйняття радіотелефонного повідомлення. Майбутні авіаційні фахівці встигають слідкувати за послідовністю подій та структурними компонентами мови, які були неодноразово сприйняті раніше.

Вищезначені механізми сприйняття мовлення формуються комплексно. Інформація, що була успішно сприйнята та перетворилася на мовний досвід, знаходиться у довгостроковій пам'яті, легко осмислюється та прогнозується реципієнтом у нових ситуаціях.

Висновки

Таким чином, основним завданням мовної підготовки авіаційного фахівця ми убачаємо у вирішенні проблем, пов'язаних з процесом сприйняття професійно-орієнтованого мовлення, що реалізується за допомогою таких механізмів, як антиципація, сприйняття мовного потоку, пам'ять, уява, логічне мислення. Великого значення ми надаємо осмисленню почутого матеріалу та механізму слухової пам'яті, механізму прогнозування. **Перспективи** подальшого вивчення шляхів мовної підготовки авіаційних спеціалістів будуть спрямовані на дослідження уяви та логічного мислення під час сприйняття радіотелефонних повідомлень, оскільки радіо є найзручнішим, доступним і, разом з тим, складним для сприйняття джерелом інформації.

Список літератури

1. Бацевич Ф. С. Основи комунікативної лінгвістики : монографія / Ф. С. Бацевич. – К. : Видавничий центр «Академія», 2004. – 344 с.
2. Бондарева Л. В. Обучение курсантов авиационных вузов пониманию на слух радиотелефонной фразеологии: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Бондарева Лилия Васильевна; Пятигор. гос. лингвист. ун-т. – Пятигорск, 2007. – 153 с.
3. Зимняя И. А. Лингвопсихология речевой деятельности : монография / И. А. Зимняя. – М.: Моск. психол.-соц. ин-т; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2001. – 432 с.
4. Каптурова Е. С. Педагогические условия формирования иноязычной аудитивной компетенции будущих лингвистов в вузе: дис. ... канд. пед. наук:

13.00.02 / Каптурова Евгения Сергеевна; Орлов. гос. ун-т. – Орел, 2013. – 240 с.

5. Карстен Т. Обеспечивая взаимопонимание. Как не допустить, чтобы коммуникационные разногласия привели к авиационным происшествиям / Т. Карстен // Аэронавигация. – 2009. – № 2–3 (5–6). – С.18–21.

6. Малушко Е. Ю. Методика формирования иноязычной профильной аудитивной компетенции магистрантов лингвистики (на основе инфокоммуникационной технологии подкастов, английский язык): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Малушко Елена Юрьевна; Пятигор. гос. лингвист. ун-т. – Волгоград, 2013. – 25 с.

7. Рекомендации по программам обучения авиационному английскому языку: Циркуляр ИКАО 323-AN/185. – Канада, Монреаль: ИКАО, 2010. – 80 с.

8. Словник термінів міжкультурної комунікації : 705 термінів [Електронний ресурс] / Флорій Сергійович Бацевич. – Київ : Довіра, 2007 . – 205 с. – Режим доступу до матеріалів: <http://terminy-mizhkult-komunikacii.wikidot.com/slovnyk>

9. Цыбанёва В.А. Модульное обучение иноязычной аудитивной компетенции студентов-лингвистов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Цыбанева Валентина Александровна; Волгогр. гос. пед. ун-т. – Пятигорск, 2009. – 185 с.

Мовна підготовка фахівців з обслуговування повітряного руху до ведення радіообміну

У статті визначено сутність мовної підготовки майбутніх фахівців з управління повітряним рухом, виокремлено та проаналізовано етапи процесу мовної підготовки майбутніх авіадиспетчерів. Здійснено аналіз змісту навчальних програм освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр та спеціаліст для спеціальності «Управління повітряним рухом».

Забезпечення якісного зв'язку органів з обслуговування повітряного руху (ОПР) з екіпажами повітряних кораблів вимагає досконалого володіння авіадиспетчерами офіційною мовою ІКАО. Отже мовна складова фахової підготовки авіадиспетчерів – це уміння ефективно здійснювати радіообмін між авіадиспетчерами та льотними екіпажами повітряних суден англійською мовою. Гострою залишається проблема пошуку оптимальних шляхів підвищення якості мовної підготовки фахівців з обслуговування повітряного руху на міжнародних повітряних трасах до рівня, який відповідав би підвищеним вимогам сьогодення, що зумовлює доцільність наукового пошуку в окресленому напрямі.

Проблема оптимізації процесу мовної підготовки майбутніх фахівців ОПР є предметом дослідження низки науковців. Дослідники Ю.К. Бабанський, В.М. Блінов, Т.П. Голуб, Г.О. Китайгородська, О.Б. Тарнопольський акцентували увагу на вивченні питань методики навчання та різних підходів до вдосконалення процесу навчання іноземним мовам у вищих навчальних закладах. Проблема професійного мовлення авіадиспетчерів та пілотів була предметом наукового інтересу В.Колосова, А.Пчелінова, В.Цветкова. Психологічні особливості діяльності авіадиспетчерів та пілотів досліджувалися Н.Заваловою, Р. Макаровим, В. Пономаренко. В аспекті нашого дослідження принципове значення мають результати наукових розвідок вітчизняних вчених О.В. Ковтун, О.П. Петрашук, Т.В. Тарнавської, С.В. Тимченко щодо методики навчання майбутніх авіадиспетчерів професійно-орієнтованій англійській мові.

Ми повністю погоджуємося з думкою О.В.Ковтун, яка наголошує, що проблема мовної підготовки авіаційних операторів (пілотів та авіадиспетчерів) «не може зводитися лише до опанування фразеології радіотелефонії, в її основі повинні лежати професійно-мовленнєві вміння універсального загального мовленнєвого характеру, які є необхідною складовою професійної надійності авіаційних операторів» [1]. Дане визначення ми беремо за основу нашого дослідження.

Метою статті є визначити та проаналізувати етапи мовної підготовки майбутніх фахівців управління повітряним рухом.

Головною метою мовної підготовки майбутніх фахівців з обслуговування повітряного руху є формування усно-мовленнєвої іншомовної компетенції авіадиспетчера на рівні, достатньому для успішного вирішення типових професійних задач (робочий рівень 4 по шкалі ІКАО) [2]. Вимоги ІКАО до диспетчерського складу щодо рівня володіння англійською мовою визначають коло мовленнєвих умінь та навичок, якими мають оволодіти майбутні авіадиспетчери для ефективного здійснення професійно-діалогічної взаємодії. Аналіз навчальних програм освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр та спеціаліст з «Іноземної мови (англійська)», «Професійної англійської мови (авіаційна)», «Англійської мови професійного спрямування» для спеціальності «Управління повітряним рухом», які розроблені викладачами Національного авіаційного університету, показує, що на першому курсі майбутні авіадиспетчери мають оволодіти такими видами мовленнєвої діяльності: аудіювання, мовлення, говоріння, письмо. На другому, третьому та четвертому курсах – удосконалювати навички роботи з матеріалами авіаційної тематики, що передбачає ґрунтовні знання авіаційної термінології, на п'ятому – матеріалами нормативно-правових актів. Отже, простежується поступовий перехід від загальної англійської мови (I курс) до авіаційної англійської мови для розуміння авіаційної термінології, фразеології радіообміну в стандартних та нестандартних авіаційних ситуаціях (II-V курс). Отже, процес підготовки авіадиспетчерів до ведення радіообміну охоплює вивчення курсу «Іноземна мова (англійська)», «Професійна англійська мова (авіаційна)», «Англійська мова професійного спрямування», оскільки ґрунтовні знання загальної англійської мови є необхідною умовою досконалого володіння професійною англійською мовою та стандартною фразеологією радіообміну, що сприяє формуванню іншомовної комунікативної компетенції авіадиспетчерів, а відтак успішному виконанню їхніх професійних функцій. Варто зазначити, що формування та розвиток умінь використовувати чотири види мовленнєвої діяльності (говоріння, аудіювання, читання, письмо) доречно здійснювати на основі комунікативного підходу у процесі навчання в змодельованих ситуаціях реального професійного спілкування. У процесі здійснення мовної підготовки авіадиспетчерів пріоритетним є формування та розвиток у них умінь вести діалог, застосовуючи різні стратегії комунікативної взаємодії, оскільки діалог виступає основною формою комунікації при веденні радіообміну, учасниками якого є дві сторони: командир екіпажу та авіадиспетчер. Головним комунікантом виступає авіадиспетчер, який здійснює керування повітряним судом методом мовного спілкування та ведення радіозв'язку.

Проаналізувавши низку наукових праць О. Акімової [3], Т. Мальковської [4], В. Колосова [5] та інших учених, зазначимо, що особливістю професійно-діалогічної взаємодії авіадиспетчера та пілота є обмеженість часу на спілкування. Процес спілкування має бути лаконічним, швидким, оскільки пілот повинен встигнути безпомилково виконати операції по керуванню літаком з метою уникнення авіаційних подій. Інші особливості – відсутність зорового контакту комунікантів, радіоперешкоди, чіткість, однозначність, типова "фразеологія", спрямована на використання стандартних слів і фраз, чітку вимову; відносна свобода побудови

висловлювань; використання нестандартного мовлення у нестандартних ситуаціях; строге тематичне спрямування змісту.

О.П. Петрашук та С.І. Рудас пропонують три етапи професійної підготовки майбутніх авіадиспетчерів. Перший етап передбачає отримання теоретичних знань, які виступають основою професійної діяльності авіаційних диспетчерів. Другий перед тренажерний – формування практичних умінь та навичок. Третій етап - практичні заняття на диспетчерських тренажерах [6, с.171]. Саме на цьому етапі відбувається формування практичних навичок та перевірка теоретичних знань на практиці. Означені етапи професійної підготовки майбутніх авіадиспетчерів спрямовані на максимальне поєднання теорії та практики, професійних та лінгвістичних навичок майбутніх фахівців, закріплення умінь та навичок ведення радіообміну англійською мовою в умовах, максимально наближених до стандартних та нестандартних ситуацій професійної діяльності.

На думку О.В. Ковтун. з метою оптимізації процесу формування професійного мовлення майбутніх авіадиспетчерів та пілотів доцільно застосовувати технологію контекстного навчання, що уможливило максимальне наближення змісту і процесу їхньої навчальної діяльності до їхньої майбутньої професійної діяльності [7].

Висновки

Аналіз наукової думки щодо проблеми фахової мовної підготовки фахівців з обслуговування повітряного руху дозволяє зробити висновок, що процес їх мовної підготовки охоплює такі етапи:

- засвоєння базових знань з іноземної мови та поступовий перехід до засвоєння професійних знань з іноземної мови;
- удосконалення мовленнєвих умінь та навичок шляхом використання їх у професійно зорієнтованих комунікативних ситуаціях;
- формування та розвиток уміння вести діалог, оскільки основним видом професійної діяльності авіадиспетчера є здійснення професійно-діалогічної взаємодії з пілотом;
- здобуття досвіду вирішення типових професійних задач, працюючи на тренажерах. Перебування майбутніх фахівців у середовищі, максимально наближеному до їхньої майбутньої професійної діяльності уможливило реалізувати їхні теоретичні знання в реальних умовах професійної діяльності.

Мовна підготовка, а саме підготовка до ведення радіообміну як складова системи професійної підготовки майбутніх фахівців з обслуговування повітряного руху, реалізується низкою навчальних дисциплін, метою оволодіння яких є сформованість та надійність вмінь авіадиспетчера успішного ведення радіообміну відповідно до ситуації.

Список літератури

1. Ковтун О.В. Формування професійного мовлення у майбутніх фахівців авіаційної галузі: Монографія / О.В.Ковтун. – К. : Освіта України, 2012. – С. 6.

2. Doc 9835 – AN/453. Manual on the Implementation of ICAO Language Proficiency Requirements. – ICAO, 2004. – 149 s.
3. Акимова О. В. Термин как единица терминологического поля и профессионального дискурса в разноструктурных языках : дисс. ... канд. филол. наук : 10.02.20 / Акимова Ольга Валерьевна. – Казань, 2004. – 254 с.
4. Мальковская Т. А. Англо-русские соответствия в языковой структуре радиообмена в режиме общения пилот-авиадиспетчер : дисс. ... канд. филол. наук : 10.02.20 / Мальковская Татьяна Александровна. – Пятигорск, 2004. – 163 с.
5. Колосов В. А. Организация речевого взаимодействия экипажей и диспетчеров УВД при совместной деятельности / В. А. Колосов // Психофизиологические проблемы повышения работоспособности летного и диспетчерского состава гражданской авиации : [Межвуз. темат. сб. научн. трудов]. – СПб., 2000. – С. 83-90.
6. Петрашук О.П. Предтренажерний етап – єднальна ланка теоретичної та практичної підготовки диспетчерів керування повітряним рухом / О.П. Петрашук, С.І. Рудас // Вісник НАУ. – 2010. – №4. – С.170– 173.
7. Ковтун О.В. Експериментальна модель формування професійного мовлення у майбутніх авіаційних операторів / О.В. Ковтун // Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету ім. К.Д. Ушинського (зб. наук. праць). – Вип. 11– 12. – Одеса: ПНПУ ім. К.Д. Ушинського, 2012. – С. 117– 127.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій при підготовці студентів авіаційних ВНЗ до іншомовної комунікації

В статті розглядаються проблеми та етапи використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) при вивченні іноземної мови в авіаційному ВНЗ, застосування яких дозволяє підвищити мотивацію студентів, оптимізувати процес навчання іноземної мови, збільшити ефективність самостійної роботи студентів та урізноманітнити форми і види навчальної діяльності.

Входження України у світову спільноту, інтеграційні процеси в усіх сферах суспільного життя, міжнародне співробітництво піднімають проблему міжкультурного спілкування та взаєморозуміння учасників спілкування, що належать до різних культур. Тому знання іноземної мови стає необхідним як для кар'єрного росту, так і для міжнаціональних особистісних відносин. Крім того, сучасні умови праці потребують від фахівців самостійно поповнювати знання, постійно оновлювати їх, знайомитись із закордонним досвідом, досягненнями світової науки і техніки, працювати з науково-технічною та фаховою інформацією. Під впливом цих процесів сучасний ринок праці ставить нові завдання перед ВНЗ у підвищенні якості підготовки фахівців з новим типом мислення, яке б відповідало вимогам інформаційного суспільства.

Все це відбивається на методиці викладання іноземної мови професійного спрямування у технічних ВНЗ. Основною метою навчання іноземної мови у технічних ВНЗ (зокрема авіаційних) є розвиток особистості студента, здатного брати участь у іншомовній професійній комунікації та постійно розвиватись та самовдосконалюватись.

Проте практика роботи в авіаційному ВНЗ вказує на такі суперечності при вивченні іноземної мови: обмежена кількість аудиторних годин з дисципліни «Іноземна мова (за професійним спрямуванням)» у студентів технічних спеціальностей та високі вимоги до рівня володіння іноземною мовою по завершенні курсу; низький рівень мовної підготовки у студентів при вступі до ВНЗ та професійна спрямованість дисципліни вже з першого курсу; різний рівень мовної підготовки у студентів однієї групи та однакова навчальна програма; збільшення годин на самостійну роботу студентів з вивчення дисципліни та неспроможність студентів самостійно організувати свою роботу. Тому з'являється необхідність шукати ефективні методи і засоби навчання, зокрема створювати нові способи використання інформаційних технологій для інтенсифікації та індивідуалізації навчального процесу.

Одним з важливих напрямків розвитку сучасної педагогіки та методики навчання іноземної мови є впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальний процес ВНЗ. Дана проблема є актуальною останніми роками, про що свідчать дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців (Е.Азімов, В. Биков, Я. Булахова, О. Бондаренко, П. Гаджієва, П. Гуржій, Л. Дунаєва, М. Жалдак, В. Заболотний, Г. Козлакова, І. Кузьміна, Ю. Машбиць, О. Міщенко, Н. Морзе, О. Пінчук, С. Раков, Ю. Рамський,

Т. Руденко, О. Співаковський, Ю. Триус, І. Теплицький, О. Шестопал, А. Щукін, F. Henri, K. Lundgren-Carol, F. Watson та інші), в яких автори діляться досвідом, обговорюють переваги та труднощі використання цих технологій у навчальному процесі.

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) – це узагальнювальне поняття, що описує різні пристрої, механізми, методи, способи та алгоритми обробки та передачі інформації [5, с. 169]. Інтерактивність ІКТ, що забезпечується гіпертекстовими та мультимедійними засобами, передбачає перехід на якісно новий рівень роботи з інформацією. Потенціал ІКТ безмежний: вони відкривають великі можливості диференційованого підходу, візуалізації навчання, організації самостійної роботи студентів, оперативного контролю та забезпечення навчально-методичними матеріалами [1].

На основі аналізу досліджень науковців та власного досвіду можна зазначити, що застосування ІКТ у процесі вивчення іноземної мови має певні переваги:

- привабливість, інтерактивність навчальних матеріалів, що підвищують мотивацію студентів, інтерес до вивчення іноземної мови, стимулюють їхню пізнавальну активність та сприяють активізації їхньої розумової діяльності [1], [3, с. 186], [5, с. 171];

- можливість адаптації освітнього процесу під потреби окремого студента [5, с. 171], що дозволяє індивідуалізувати навчання і дає студентам можливість проявити самостійні дослідницькі якості [1];

- підвищення інформативності [1] та рівня методичної підготовки викладача [5, с. 171];

- вдосконалення умінь і навичок у всіх видах мовленнєвої діяльності (читанні, говорінні, аудіюванні і письмі): умінь сприймати та розуміти автентичні іншомовні тексти; уміння передавати інформацію зв'язними висловлюваннями з дотриманням орфографічних, пунктуаційних, лексичних, морфологічних, синтаксичних і стилістичних норм мови [4, с. 157], розвиток вмінь іншомовного спілкування у різних ситуаціях та формування комунікативних навичок і культури мовлення [1];

- збагачення активного та пасивного словників студентів [5 с. 171];

- формування соціокультурної та країнознавчої компетенцій [1];

- імітування мовного середовища [1];

- розвиток самостійності студентів та інтенсифікація дослідницької роботи студентів [3, с. 186];

- вибудовування системи поточного і підсумкового контролю [2, с. 85].

Однак, практика показує, що незважаючи на наведені переваги використання ІКТ у навчальному процесі, не всі викладачі прагнуть впровадити ці технології у свою викладацьку діяльність. Частина з них з обережністю ставиться до комп'ютерних технологій, що може пояснюватись недостатнім рівнем їхньої комп'ютерної грамотності, небажанням змінювати вироблений роками стиль викладання або браком часу на підготовку до використання таких засобів навчання.

Під час вивчення іноземної мови у ВНЗ можна використовувати готові засоби ІКТ або створювати свої власні. При створенні власних засобів, викладач має можливість адаптувати зміст певного засобу ІКТ до рівня знань і вмінь окремої групи студентів, наповнити його матеріалом, цікавим даній

групі та відповідним навчальному плану і технічним можливостям. У даній роботі ми розглянемо передусім першу групу засобів.

Услід за Г. Нітченко та М. Ховрич розділимо застосування ІКТ на такі етапи: підготовка викладача до заняття, проведення практичного заняття, самостійна робота студента та контроль рівня засвоєння знань і вмінь студента [5, с. 169].

На етапі підготовки викладача до занять ІКТ використовуються для таких цілей: доповнення навчального матеріалу новою інформацією за допомогою мережі Інтернет, підготовки мультимедійної презентації з певної теми та розробки індивідуальних завдань для студентів.

Під час проведення практичного заняття можна використовувати ІКТ як засіб демонстрації презентацій з теми та інших матеріалів інформаційного характеру. Крім того, вони дозволяють інтегрувати автентичні матеріали у різноманітних видах і форматах з мережі Інтернет у контекст заняття з іноземної мови.

На основі власного досвіду роботи у ВНЗ було визначено сайти мережі Інтернет, які можна використати для інтенсифікації вивчення іноземної мови студентами. Розглянемо деякі з них.

Сайт *BBC News* (www.bbc.com) надає доступ до актуальних новин у Великій Британії та світі, різних галузях науки та техніки у вигляді відео, подкастів та текстів. А перегляд каналу *BBC World News* дозволяє студентам вдосконалювати власні навички аудіювання. Крім того, *BBC* пропонує навчальний матеріал на сайті www.bbc.co.uk/learningenglish/, який можна застосовувати як на занятті, так і для самостійної роботи студентів. Один з розділів сайту – це 6-хвилинний аудіо запис у формі діалогу «6 Minute English» призначений для розвитку навички аудіювання.

Для практики американської англійської мови корисним буде онлайн-ресурс <http://learningenglish.voanews.com/>. Інформація на сайті розподілена за рівнями володіння мовою та за категоріями (English in a minute, Everyday grammar, English at the movies, VOA Newscast).

Іншим корисним онлайн-ресурсом з навчальними відеоматеріалами, який можна застосовувати як для аудиторної, так і самостійної роботи студентів, є www.engvid.com, на якому професійні викладачі-носії мови навчають англійської мови. Серед переваг даного ресурсу слід зазначити структурованість матеріалів, які містять такі розділи: вимова, граматики, фразові дієслова, ідіоми, ділова англійська мова, сленг тощо. Крім того, даний ресурс містить велику кількість уроків для студентів з різним рівнем підготовки, а його матеріали розподілені на три групи в залежності від рівня володіння мовою: Beginner, Intermediate и Advanced. Студенти мають змогу переглянути як прості відеоуроки (вимова звуків [i] та [ɪ], [θ] та [s], [θ] та [ð], «How to ask questions in the past simple tense» та ін.), так і відеоматеріали для вищого рівня володіння англійською мовою («IELTS speaking: a secret method», «English slang: How to talk like a real Londoner», «English phrases and idioms to describe people in business», «How to talk about your career»).

На заняттях з іноземної мови ми також використовували автентичні відеоматеріали з мережі Інтернет та розробляли систему завдань до них: фрагменти документальних фільмів з *Discovery Channel* («Mega Engineering», «London Heathrow Airport», «Living in the age of airplanes» та ін.) та *Natural Geographic Channel* («*Wright Brothers vs. Curtiss*», «From waterwheels to mega

jets» та ін.); матеріали TED Talks («A flight on solar wings», «A 3D-printed jumbo jet?») та ін.); фрагменти художніх фільмів; 4–5 хвилинні репортажі програми новин CBS, BBC та CNN. При роботі з автентичними відеоматеріалами ми враховували рівень володіння мовою студентами та вибирали окремі фрагменти фільмів або репортажів, враховуючи їхню тривалість та відповідність рівню знань студентів.

При організації самостійної роботи студентів ІКТ дозволяють створити принципово нове освітнє середовище, яке активізує самостійну роботу студентів та оптимізує навчальний процес. Вони також дозволяють студентам засвоїти навчальний матеріал не лише у рамках навчального заняття, а й у будь-який зручний час, надолужуючи прогалини у знаннях та вдосконалюючи певні уміння й навички; дають змогу викладачеві контролювати самостійну роботу студентів засобами електронної пошти, веб-сайтів, створюючи зворотній зв'язок між студентом та викладачем; та створюють умови для встановлення інтерактивного діалогу між користувачем та інформаційною системою, який реалізується засобами мультимедіа.

В якості автентичних Інтернет-ресурсів для читання актуальних новин та підготовки матеріалів до занять студенти можуть використовувати сайти www.newscientist.com, www.theguardian.com, www.edition.cnn.com, www.thenews.pl, www.nytimes.com та онлайн словники Lingvo, Webster, Multiflex, online free dictionary, Multitran для роботи з текстами. Найбільшим відео-хостингом є YouTube, використання можливостей якого може сприяти розвитку навичок аудіювання.

Для розвитку іншомовного спілкування, покращення вимови та розширення словникового запасу потрібна постійна практика та спілкування з носієм мови. Інтернет, діяльність якого ґрунтується на електронному спілкуванні мільйонів людей в усьому світі, дає можливість користуватися спеціальними онлайн-ресурсами для обміну інформацією, знаннями та пошуку друзів у різних країнах світу. Серед таких ресурсів можна визначити соціальні мережі, Skype, а також www.interpals.net, www.penpalworld.com, www.italki.com та інші. Таке спілкування дозволяє знайти нових друзів чи однодумців та мінімізувати мовний бар'єр при вивченні іноземної мови. Крім того, з метою вивчення іноземної мови може використовуватись як вільне спілкування в мережі Інтернет з носіями мови, так і спеціально організоване спілкування в режимі онлайн конференції [3, с. 187].

При організації контролю рівня засвоєння знань та вмінь студента ІКТ застосовують у вигляді тестових програм, які можуть використовуватись студентом самостійно на занятті чи в позааудиторний час з метою самоконтролю, або викладачем для контролю рівня підготовки студента.

Проте викладачу слід пам'ятати, що використання ІКТ на заняттях іноземної мови в ВНЗ повинно буди не головним, а допоміжним засобом навчання. Важливо також орієнтуватися на кінцевий результат, оптимальну кореляцію часу навчання та обсягу навчального матеріалу, чітку систему контролю та самоконтролю. Щоб правильно й ефективно організувати навчальний процес засобами ІКТ, викладач повинен постійно вдосконалюватись, підібрати прийнятні умови для активного впровадження ІКТ у навчальний процес.

Висновки

На заняттях з іноземної мови можна вирішити ряд дидактичних завдань, використовуючи ІКТ, а саме: створювати мотивацію для вивчення іноземної мови, поповнювати словниковий запас студентів, вдосконалювати уміння і навички в усіх видах мовленнєвої діяльності та підвищувати якість навчання. Робота студентів стає більш інтенсивною, що дозволяє підвищити темп вивчення навчального матеріалу за збільшити обсяг самостійної роботи на заняттях та поза ними. Сьогодні ІКТ можна вважати новим способом передачі знань, який відповідає якісно новому змісту навчання і розвитку студента. Такий спосіб дозволяє студенту вчитися з цікавістю, знаходити джерела інформації, а також виховує самостійність і відповідальність при отриманні нових знань. Проте використання ІКТ не може забезпечити суттєвого ефекту без викладача, оскільки ці технології – лише засоби навчання, ефективність яких залежить від уміння викладача використовувати їх для досягнення певних педагогічних цілей на основі глибокого вивчення всіх можливостей.

Список літератури

1. Брезгина О.В. Об использовании информационно-коммуникационных технологий при обучении иностранному языку [Электронный ресурс] / О.В. Брезгина // Вестник НВГУ : научн. журн. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-informatsionno-kommunikatsionnyh-tehnologiy-pri-obuchenii-inostrannomu-yazyku> (дата обращения: 30.03.2017).
2. Закотнова П.В. Информационно-коммуникационные технологии при обучении иностранному языку глазами студентов / П.В. Закотнова // Альманах современной науки и образования : научн. журн. – Тамбов, 2012. – № 10. – С. 85–86.
3. Кузьміна І.П. Використання сучасних інформаційних технологій на заняттях з іноземної мови / І.П. Кузьміна // Вісник НТУУ «КПІ». Філософія. Психологія. Педагогіка : зб. наук. праць. – 2008. – № 3(24). – С. 186–190.
4. Лазаренко С.В. Використання сучасних засобів інформаційно-комунікативних технологій у процесі викладання іноземних мов у вищих навчальних закладах / С.В. Лазаренко, А. Шамсїтдінов // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». – 2015. – Вип. 52. – С. 157–159.
5. Нітченко Г.М. Аналіз використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі / Г.М. Нітченко, М.О. Ховрич // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки. – 2015. – Вип. 130. – С. 169–172.

Сформованість навичок роботи із словниками як передумова мовної підготовки студентів технічних спеціальностей

Автор наголошує на необхідності формування навичок роботи із різними типами словників для подальшої мовної підготовки студентів технічних спеціальностей.

Науково-технічний прогрес, який став головною прикметою кінця ХХ – початку ХХІ століть, поява нових наук і технологій значно розсунули межі особливого інформаційного світу знань людини про навколишню дійсність. Виникли нові можливості та напрямки мовної діяльності людини, нерозривно пов'язаної з розвитком людського пізнання.

Англійська мова є однією з найскладніших мов для вивчення, словниковий запас якої постійно розвивається. Звичайний користувач (а часто і перекладач) спирається на словник як на автентичне джерело інформації. Роберт Ілсон стверджує, що «словник – це найуспішніша й найважливіша книжка про мову. Дуже мало людей в наш час можуть повністю уникнути використання словників, і кожен, хто намагався вивчити мову використовував словники у багатьох випадках» [1]. Словники – це соціальні артефакти про мову, що існують у реальному світі і зібрані в «реальному часі». Їх форма визначається не тільки лінгвістичною теорією або лексикографічним стилем, але й адміністративною необхідністю [1, с. 5]. Термін «словник» був введений ще у 1220 році (Garland), опублікувавши книжку під назвою «Dictionarius» і зібравши в ній складновживані, на його думку, слова. У сучасному світі визначення слова «словник» стає більш широким і уточнюється величезною кількістю різноманітних лексикографічних джерел.

За Вебстером, словник – це збірник слів з однієї або кількох мов, як правило в алфавітному порядку, з використанням інформації, визначення, етимології, фонетики, вимови, перекладу та інших даних; або книга слів однією мовою з їх еквівалентами іншою [2].

Датський лексикограф, доцент Центру з лексикографії Сандро Нільсен говорить про те, що словник – це продукт, який показує взаємозв'язок між різними даними[3]. Крім того, словник – книга, яка містить список слів в алфавітному порядку і пояснює їхні значення, дає тлумачення слів і поняття або дає переклад іншою мовою, і що найцікавіше з'явилися комп'ютерні та он-лайн словники для більш швидкого і простого використання на комп'ютері [4].

Мистецтво створення словника має давні традиції в англійськомовних країнах. Найперший словник був надрукований у 1604, який є першим тлумачним словником англійської мови; потім з'явився словник «Нових англійських слів», укладений Едвардом Філліпсом у 1658 р.; «Новий англійський словник» Джона Керсі в 1702 р.; «Оксфордський словник англійської мови» у 1928 році і т. д. Всі ці словники стали науковою

передумовою, яка призвела до виникнення сучасних словників вже іншого типу, іншого покоління. Найбільшим нововведенням у лексикографії в 20 столітті настали з появою інформаційних технологій та комп'ютера зокрема. Але маємо зазначити, що деякі он-лайн словники є просто електронними версіями вже існуючих друкованих словників. В наш час он-лайн словники стають все більш і більш популярним, тому що вони досить зручні у використанні, щоб шукати нові слова, не витрачаючи час на перегортання сторінок друкованого словника. Он-лайн словники доступні в Інтернеті через веб-браузер. Найпопулярнішими і найбільш надійними є Merriam-Webster он-лайн словник, DictionaryOxford он-лайн словник англійської мови.

У 1996 році компанія Merriam-Вебстер запустила свій перший сайт, який надав безкоштовний доступ до он-лайн словнику. Merriam-Вебстер оголосила про запуск мобільного словника, розробленого з мобільного пошуково-інформаційного ресурсу «AskMeNow».

Технічна термінологія як частина лінгвістичної термінології, має методологічну спрямованість; має тенденцію до однозначності; в основному не залежить від контексту і не потребує його; позбавлена експресивності, стилістично нейтральна; виконує функцію пізнання мови, тому має двоїстий характер: в терміні закріплюється пізнання, і термін служить інструментом відкриття нового знання. Хто як не фахівці певної галузі можуть з легкістю орієнтуватися у визначеннях, що запропоновані тим чи іншим джерелом, розібратися і вивчити проблему функціонування даної лексичної одиниці в технічній галузі знань.

Термінології як наука служить засобом фіксування, зберігання та передачі спеціальної інформації.

Практична робота зі словниками здійснюється в кілька етапів. Необхідність вміння працювати зі словниками і словниковими статтями беззаперечна. Очевидність неадекватності перекладів можна легко проілюструвати кількома прикладами, що вже міцно вкоренилися в літературі: перший термін з фізики «електрична ланцюг» замість «електричне коло», «вакуумна трубка» замість «радіолампа», з теоретичної механіки «кінетична енергія» замість «імпульс».

Я. Войтович у своїх статтях розглядає і вивчає докладно англійські еквіваленти термінів, які виявлені в технічних текстах, вказує причини їх виникнення при перекладі з англійської на українську[5].

З точки зору компетентнісного підходу словник (і вся словниково-довідкова література) як навчальний засіб виконує такі основні функції: інформаційно-пізнавальну, дослідницьку (пошукову), практичну, самоосвітню. Ці функції спрямовані, насамперед, на формування та розвиток компетенцій, в тому числі і пошуково-інформаційної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей. Забезпечення першої функції можливо завдяки тому, що джерело інформації (словник) не тільки дає готове опис будь-яких явищ, предметів або їх пояснення, але ще й приклади-ілюстрації вживання того чи іншого поняття (терміна), стимулюючи пошуково-інформаційну діяльність майбутніх фахівців, і, в свою чергу, впливає на мовну підготовку в цілому [4].

Підвищення ролі сучасної педагогіки значною мірою визначається точністю, своєчасністю і обґрунтованістю прийнятих рішень. Володіння інформацією займає, в даному випадку, не останнє місце. Насамперед, якість інформації, як зазначив професор А. Кудін, оцінюється тим, наскільки знання, здобуті про предмет або явище, допомагають прийняти правильне рішення. Як показує практика, більшість помилкових рішень були прийняті, як правило, через брак інформації, або через неякісність інформації [6, с. 178]. Ось чому питання формування навичок роботи із словниками має дуже важливе значення.

З кожним роком розвиток і вдосконалення нових технологій приводить до разючих змін у всіх сферах діяльності людини. Але, якщо говорити відкрито, то поряд з високорозвиненими технологіями існує прірва невігластва, подолати яку і намагається сучасне суспільство. Цей прорив ми пропонуємо подолати через підвищення рівня сформованості навичок роботи із словниками як передумови мовної підготовки студентів технічних спеціальностей.

Звичайно, інформація як важливе явище, існувала завжди. Вона накопичувалася людським досвідом і практикою, і закріплювалася у книгах. Прийдешні покоління завжди використовували набутий предками досвід, примножували його, добували і поповнювали нові знання, а потім знову приєднували до вже існуючої інформації. Але потрібно не забувати, що в ланцюжку обробки інформації останнє слово залишається за людиною. Недолік інформації, так само як і її надлишок, шкідливий для прийняття будь-яких рішень. Людина не може впоратися з надмірним надходженням інформації. Таким прикладом є ситуація, що відбувається в Україні в даний період часу, коли замовчування і перекручування інформації призводить до дестабілізації обстановки в цілому в країні.

Неточності та помилки при перекладі технічних текстів не так згубні, але все ж, не бажані. Тому машини, які допомагають її обробити, прийшли на допомогу людському мозку. Вони функціонують незалежно від суб'єктивних і об'єктивних причин. А ось осмислювати перероблену машинами інформацію належить фахівцям у кожній галузі знань, і перед ними завжди буде стояти проблема формування та доведення до автоматизму навичок роботи із різними джерелами інформації. Важливо зауважити, що перекладачів з гуманітарною освітою важко перекопати, що фізико-математичні та інженерні терміни навіть найавторитетнішої і автентичної літератури можуть бути грубо неадекватними і навіть дезінформуючими. Також слід зауважити, що широке застосування комп'ютерних переказів без належного редагування сприяє «впровадженню» неадекватних термінів в англомовні науково-технічні тексти, а далі і в словники, як тлумачні, так і двомовні (перекладні). Що не може не позначитися на якості інформації.

Висновки

Завдання сучасної вищої технічної школи – не тільки підготовка компетентних фахівців у своїй галузі, але й інтелігентних особистостей. Визначальна роль у формуванні мислячої, творчої, національно свідомої

людини належить мові. На сучасному етапі культура майбутнього фахівця пов'язується з досконалим володінням не тільки рідною мовою, опануванням лексичними, стильовими тонкощами, умінням послуговуватися її багатством у професійній діяльності, в усіх сферах життя і діяльності суспільства, а ще й оперувати професійними термінами іноземною мовою, що значно підвищить рівень фахівця на ринку праці. Фахівець повинен вільно володіти писемною та усною формами мови, використовувати свої знання у професійній діяльності та у міжособистісному спілкуванні, тобто мати високий рівень мовної підготовки. Заняття з мови мають необмежені можливості у формуванні світогляду та світосприйняття майбутніх фахівців технічних спеціальностей, їх мовленнєвої та загальної культури. Засобами мови здійснюється підготовка грамотних спеціалістів, високоморальних, культурних, сумлінних людей, в яких поєднуюватимуться широкий науковий світогляд, професійна компетентність, прагнення самовдосконалення, пошук творчої самореалізації, загальнолюдські цінності, національна самосвідомість; особистостей, які орієнтуються в сучасній історичній, економічній, культурній ситуаціях.

Список літератури

1. Ilson, Robert. Dictionaries, Lexicography and Language Learning / Robert Ilson. – Oxford : Pergamon Press and The British Council, 1985. – 149 p.
2. Webster's New World College Dictionary [Electronic resource]. – Mode of access : <http://websters.yourdictionary.com/>.
3. Nielsen, Sandro. The Effect of Lexicographical Information Costs on Dictionary Making and Use / Sandro Nielsen // Lexikos 18. – 2008. – P. 170-189.
4. Кривець С.В. Сучасні підходи до формування професійної пошукової компетентності майбутніх учителів / С.В. Кривець // Наукові записки Ніжинського держ. ун-ту імені Миколи Гоголя. Псих.-пед. Науки – 2006 – № 4. – С. 81-84.
5. Войтович Я. Про деякі неправильні еквіваленти в англо-українських/російських словниках // Проблеми української термінології: Збірник наукових праць учасників 9-ї Міжнародної наукової конференції «Проблеми української термінології *СловоСвіт 2006*» – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2006. – С. 45-47.
6. Кудін В.О. Засоби масової інформації та професійна освіта: філософсько-педагогічний аспект дослідження / Кудін В.О. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2002. – 207с.

Л.А. Онуфрієва, кандидат психологічних наук, доцент,
(Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка,
Україна)

Іншомовна комунікативна взаємодія у підготовці майбутніх фахівців

Проаналізовано проблему іншомовної комунікативної взаємодії. Встановлено, що суб'єкт-суб'єктна орієнтація навчального процесу в підготовці майбутніх фахівців висуває на перший план проблему спілкування, а професійне використання ідеї діалогізму може надати певного імпульсу в наблизенні до стратегічної мети навчання іноземній мові як розвитку здатності студентів-майбутніх фахівців до міжкультурної комунікації та взаємодії у майбутній професійній діяльності.

Сучасний стан підготовки майбутніх фахівців вимагає значного покращення рівня викладання іноземної мови та оволодіння нею. В час входження України у світовий та європейський простір все частіше наголошується на актуальності зазначеної проблеми. Іншомовний бар'єр не повинен стати обмеженням у підготовці, розвитку, комунікації, взаємодії та зростанні особистості майбутніх фахівців. *Іншомовна комунікативна взаємодія* [8] повинна стати сильним поштовхом і потягом до міжособистісної комунікації та іншомовної комунікативної взаємодії у різних галузях життєдіяльності майбутніх фахівців різних професій, спонуканням до міжособистісного росту, співпраці, обміну та життєзабезпечення.

Методологічну основу нашого дослідження склали положення психології про мовленнєву природу свідомості людини, роль спілкування в розвитку вищих психічних функцій, положення про зв'язок мплкування і пізнання, спілкування і спільної діяльності (В.Артемов, Б.Баєв, Б.Беляєв, Б.Бенедиктов, О.Бодальов, О.Бондаренко, Л.Виготський, Н.Жинкін, І.Зимня, В.Кан-Калик, О.Леонтьєв, Б.Ломов, О.Мудрик, І.Синиця та ін.). Активно та різнобічно розроблялась проблема ролі навчального співробітництва як у нашій країні, так і за кордоном (В. Андрієвська, В. Рубцов, А. Маркова, Л. Айдарова, В. Ляудис, Б. Кричевський, В. Ядов, Д. Фельдштейн, Т. Лоннікова). Л. Карпенко, Я. Гольдштейн, Т. Цветкова проводили психологічні дослідження ефективності спільної діяльності на матеріалі навчання іноземної мови, і що важливо, переконались у підтвердженні точності визначального методологічного положення, що особистість формується у колективі, в практичній діяльності, у взаємодії з іншими людьми, та й сам колектив створюється на такій взаємодії.

У своїх концептуальних засадах ми скеровувалися також ідеями діалогічного підходу, що розробляються українськими психологами в руслі розробки концепції гуманістично орієнтованого педагогічного процесу [1], а при розбудові експериментальної процедури – досвід дослідження так званого навчального діалогу [1; 2]. Поміж тим, за всієї продуктивності наведених вище позицій, усі вони, одначе, втрачають одну, на наш погляд серйозну психологічну ланку, а саме ту, яка визначає сам акт ініціювання суб'єктом

комунікативної взаємодії, якою постає мотивація. Адже не тільки розвиток мовленнєвої взаємодії в онтогенезі, але й усе реальне розгортання мовленнєвої діяльності того, хто говорить, обумовлюється його комунікативними потребами, його інтенціями [1].

Проблема засвоєння іноземної мови студентами-майбутніми фахівцями являє собою надзвичайно складний та багатоаспектний процес, стрижневі компоненти якого складаються зі змістовної, операційної та мотиваційної сторін. Повноцінна організація цього процесу потребує, за літературними і нашими власними даними, більш ґрунтовної деталізації дидактичних принципів за рахунок теоретичних і методичних розробок, спрямованих на оптимізацію і удосконалення процесу оволодіння іноземною мовою студентами-початківцями майбутніми фахівцями з уможливленням практичним використанням у майбутній професійній діяльності.

Стосовно комунікативного методу, методисти акцентують увагу на розвиваючій функції спілкування в процесі мовної взаємодії, тобто впливу людей один на одного з метою спонукання до відповідних дій, тому що за відсутності взаємодії немає і комунікації. Звідси малопродуктивною є практика та форми роботи, коли студенти в аудиторії працюють індивідуально, а не спільно та студент у спілкуванні з викладачем займає позицію учня, а не рівноправного співучасника мовної взаємодії [3; 5]. Досягнення належного рівня педагогічної взаємодії, разом з цим і продуктивності здійснення педагогічної діяльності, зумовлюється наявністю у викладача іноземної мови здатності до встановлення і підтримання контакту з аудиторією у процесі організації навчально-виховного процесу, створювати у групі клімату спільного переживання, передбачення виникнення конфліктів, а також вміння розв'язання останніх, здатність (толерантність) до тактичної критики, доброзичливості, емпатія, соціальна спрямованість, організаторські здібності, готовність до спілкування, схильність до аналізу міжособистісних стосунків, тощо. Зазначимо, що відокремлені мовленнєві характеристики виявляються як у процесі вільного, так і регламентованого спілкування. Зазначена схема застосовувалася як при дослідженні діалогічного, так і полілогічного спілкування.

Підкреслюючи взаємозв'язок говоріння і аудіювання, письма і читання, кінче важливо мати на увазі різницю кінцевих продуктів кожного із вказаних видів мовленнєвої діяльності (МД). Для говоріння і письма це різні за своїм оформленням висловлення, а для аудіювання – розуміння повідомлення. Взаємозв'язок і взаємообумовленість різних видів МД при раціональному навчанні передбачає обов'язкове врахування особливого, специфічного, співвідносного з істотними характеристиками кожного окремого виду МД. Отже, в процесі навчання відбувається розвиток усіх видів мовленнєвої діяльності: аудіювання, говоріння, читання, письмо. Тому суттєвим недоліком сучасного навчання іноземним мовам є, гадаємо, намагання обмежитися формуванням окремо узятим умінням у відриві від інших комунікативних умінь. Як у реальному спілкуванні сполучаються чотири види МД, так і у навчальному процесі навчання тому чи іншому виду МД повинно бути інтегративним.

У процесі формування вміння аудіювання важливим чинником є мотивація. За умов наявності мотивації слухати досягається максимальна мобілізація його психічного потенціалу: загострюється мовний слух і навіть чутливість органів відчуття, більш цілеспрямовано стає увага, підвищується інтенсивність перебігу розумових процесів. Показано, що процес навчання іноземній мові стає продуктивним за умов використання фахової тематики. Якщо тексти для аудіювання містять відомості про майбутню професію, яка вивчається і якою наповнюється весь сенс життя майбутніх фахівців, то вони розвивають світобачення студентів, викликають почуття причетності до загальнолюдського історичного й культурного надбання [4; 5; 7; 8].

Одним із ефективних засобів мотивації до вивчення іноземної мови слугують тексти, що присвячені основам і проблемам майбутньої професійної діяльності. Ці проблеми існували раніше та існують і зараз, цікавлять молодь. Рівень інтересів студентів до змісту електронних носіїв залежать поєднується із досвідом їх власної майбутньої професії, дозволяя, і тому урахування цієї обставини виступає вагомим мотиваційним чинником.

У природному акті комунікації людина висловлюється лише у випадку потреби, обумовленої якими-небудь обставинами дійсності. За кожним висловленням стоїть певна реальія, яка визначає мотив того, хто говорить. Мотив, як відомо, виникає за умов внутрішніх чи зовнішніх чинників. У результаті зовнішнього підкріплення виникає штучна «вимушена» мова, яка є штампом, фіксованим засобом мови.

У процесі навчання говорінню важливе місце надається моделюванню ситуацій спілкування. Причому, ситуації, які пропонуються, повинні відповідати віковим і психологічним особливостям студентів, що сприятиме прискореному розвитку як практичних навичок та умінь говоріння, так і загальноомовному розвитку. Встановлено, що сума знань з іноземної мови у студентів-майбутніх фахівців першого курсу надзвичайно мала. Розуміння ними значення нових слів і виразів відбувається лише за допомогою зовнішнього чи внутрішнього перекладу на рідну мову. Внутрішній переклад гальмує формування слухомоторних стереотипів, разом з цим і неміцні асоціації між слуховим образом та руховим уявленням. Відповідно до цього, одне із завдань швидкого та міцного створення у студентів продуктивних навичок володіння іноземною мовою полягає у скороченні випадків внутрішнього перекладу.

Перехід від сприймання до формування уявлень і понять здійснюється в ході виконання цілої низки дій із матеріалом, який засвоюється шляхом розгорнутого зовнішнього і внутрішнього промовляння, а також шляхом тренування. На цьому етапі в пам'яті студентів закріплюються мовні зразки, їх фонетичні, граматичні і лексичні компоненти, виробляються навички швидкого і безпомилкового їх вживання у мові [6; 8].

Відомо, що формування мовних навичок відбувається в процесі сприймання і відтворення мовних одиниць. У зв'язку з чим ми вважали за доцільне використання навчально-тренувальних вправ. Конкретно завдання полягало в тому, щоб зробити згадані вправи одиницями реально здійснюваного процесу комунікації. Досягнення цієї мети стає важливим за

умови наявності певної предметної чи вербальної опори. На нашу думку, такою опорою мають бути предметно-перетворювальні дії. Під час виконання операції підстановки, трансформації та ін. З опорою на дії студенти набувають одночасно необхідні навички і вміння, необхідні для продуктивного спілкування.

Суб'єкт-суб'єктна парадигма на емпіричному рівні конкретизуються на рівні діадичної взаємодії, що постає, як відомо, окремою проблемою спілкування. Діалог як об'єкт психологічного і психолінгвістичного дослідження захопив чи не виключне місце в загальній проблематиці спілкування, мовленнєвого – зокрема. Разом з тим, у розумінні змісту поняття діалогу, як неодноразово зазначалося в літературі, діапазон точок зору досить значний. Не зупиняючись на аналізові аргументацій прихильників того чи іншого погляду стосовно інтерпретації діалогу, ми приєднуємося у цьому випадку до визначення діалогу як такої форми взаємодії партнерів, яка включає в себе в якості обов'язкового компонента або властивості діалогічного висловлювання, не лише адресність останнього, оскільки ця властивість, як слушно доводиться, притаманна і монологічній взаємодії, а й установку партнера на комунікативну реакцію-відповідь чи намір отримати від свого партнера очікувану відповідь. За таким розумінням діалог складає повний цикл або діалогічну єдність, що реалізується як мовними, так і невербальними засобами.

Причому смисл висловлювання (діалогічної комунікації) може бути зрозумілим за умови інтерпретації всіх значущих (комунікативно значущих) елементів висловлювання. У нашому дослідженні бралася до уваги і така форма спільної мовленнєвої діяльності, що реалізується у виді полілогу. Не маючи можливості для використання досить складної техніки реєстрації мовленнєвих висловлювань у процесі полілогу, ми обмежилися лише констатаціями, а згодом і формуванням тих комунікативних засобів, що актуально забезпечують полілогічну взаємодію.

Висновки

Грунтуючись на накопиченому на сьогодні в педагогічній психології досвіду та на власних дослідженнях, можна дати відповідь на низку питань, пов'язаних, зокрема, з проблемою оптимізації міжособистісної іншомовної комунікативної взаємодії у навчанні іноземної мови та підготовці майбутніх фахівців на основі навчального співробітництва. Показано, що зазначена технологія акцентує увагу на тій формі взаємодії між викладачем і студентом, в якій найбільш виразно реалізується новий тип соціальних відносин – суб'єкт-суб'єктний. Встановлено, що суб'єкт-суб'єктна орієнтація педагогічного процесу в підготовці майбутніх фахівців висуває на перший план проблему спілкування. Професійне використання ідеї діалогізму може надати певного імпульсу в наблизненні до стратегічної мети навчання іноземній мові як розвитку здатності студентів-майбутніх фахівців до міжкультурної комунікації. Очевидно, що успішна реалізація зазначеної мети може бути досягнута лише при послідовній орієнтації навчального процесу на особистісні можливості студента, його професійні інтереси і потреби, прагнення до

самостійності; розв'язання проблеми оптимізації процесу навчання тісно пов'язується з проблемою організації ситуацій діалогічного мовлення як первісній і адекватній початковому етапу оволодіння іноземній мові формі мовного спілкування та іншомовній комунікативній взаємодії.

Список літератури

1. Балл Г.О. Орієнтири сучасного гуманізму (в суспільній, освітній, психологічній сферах). – Видання друге, доповнене. – Житомир : ПП «Рута»; Видавництво «Волинь», 2008. – 232с.
2. Мильруд Р.П. Личностный смысл изучения иностранного языка будущими педагогами // Вопросы психологии. – 1984. – №5. – С.87–94.
3. Онуфрієва Л.А. Навчання іноземної мови на негуманітарних спеціальностях ВНЗ: особливості застосування комунікативного методу навчання // Гуманітарні науки в сучасному негуманітарному ВНЗ: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – За редакцією проф. С.Д.Абрамовича. – Чернівці: ЧТЕІ КНТЕУ, 2008. – С.48–50.
4. Онуфрієва Л.А. Роль навчального співробітництва у навчанні іноземній мові // Актуальні проблеми психології «Психологічна теорія і технологія навчання»: Збірник наукових праць Інституту психології ім. Г.С. Костюка АПН України / За ред. С.Д.Максименка, М.Л.Смольсон. – К. : Міленіум, 2006. – Т.VIII. – Випуск 2. – С. 196–206.
5. Онуфрієва Л.А. Навчання іноземної мови: шляхи оволодіння самостійним іншомовним висловленням // Проблеми загальної та педагогічної психології: Збірник наукових праць Інституту психології ім. Г.С. Костюка АПН України / За ред. С.Д.Максименка. – Т.IX. – Ч.2. – К. : «ГНОЗІС», 2007. – С. 199–203.
6. Онуфрієва Л.А. Проблема розвитку особистості засобами іноземної мови // Наукові праці Кам'янець-Подільського державного університету: Філологічні науки. – Випуск15. Том 2. – Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2007. – С. 325–328.
7. Онуфрієва Л.А. Психологічні аспекти навчального співробітництва в процесі роботи учнів над іншомовними текстами і темами // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету. Серія педагогічна. – Випуск XIII. – Кам'янець-Подільський, 2007. – С. 214–219.
8. Онуфрієва Л.А. Теорія і практика іншомовної комунікативної взаємодії у підготовці майбутніх фахівців соціономічних професій // Проблеми сучасної психології : зб. наук. праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, Інституту психології імені Г.С. Костюка НАПН України / за ред. С.Д. Максименка, Л.А. Онуфрієвої. – Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2014. – Вип. 23. – С. 473–491.

*Н.П. Білоус
старший викладач кафедри англійської філології і перекладу,
Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна*

Особливості професійної діяльності перекладачів авіаційної галузі у сучасних умовах

Роль сучасного перекладача має особливе значення в області авіації. Маючи це на увазі, необхідно підкреслити, що професійні перекладачі виконують важливі соціальні функції, пов'язані з легкістю і зрозумілістю комунікації. Проблема підготовки ефективних перекладачів надзвичайно актуальна в плані знань і навичок, які вони повинні придбати в процесі навчання.

Якість професійного спілкування може бути досягнуто за рахунок професіограми перекладача, яка оснований на моделі підготовки фахівців. Ця модель включає в себе оцінку професійних якостей, а також застосування сучасних діагностичних методик для визначення професійних характеристик, необхідних для перекладачів, щоб ефективно функціонувати в області авіації. Однак стосовно багатьох видів професійної діяльності подібні професіограми відсутні, зокрема це стосується і перекладацької діяльності як такої, що відносно нещодавно набула особливої актуальності у сучасному світі і викликала необхідність масової підготовки фахівців. Метою даної статті є з'ясування тих основних знань, умінь та якостей, що обумовлюють можливість здійснення професійної перекладацької діяльності і можуть бути покладені в основу професіограми перекладача. Як відомо, під професією розуміється вид трудової діяльності, який вимагає від людини певних загальних і спеціальних знань, умінь та навичок, що набуваються у результаті загальної і спеціальної освіти та шляхом практичної діяльності. Професійна комунікативна компетентність майбутніх перекладачів повинні бути сформовані на високому рівні в наступних компонентах: епістемології; аксіології перекладу і комунікаційній діяльності; вмінні застосовувати методи і прийоми; самооцінці; можливості саморозвитку.

Складність авіаційної галузі приводить нас до висновку, що ефективні методи підготовки фахівців повинні бути модернізовані у більшій мірі. Для реалізації цього перспективного підходу, бажано використовувати передовий зарубіжний досвід в області авіаційної англійської мови. Відповідна термінологія авіації, в свою чергу, рекомендується до вивчення з наданням пріоритету навчально-науковим джерелам, що походять з англійських країн.

Професійні перекладачі авіаційної галузі повинні мати можливість застосовувати знання та навички, які можуть бути корисні при здійсненні їх професійної діяльності. Під цим твердженням ми маємо на увазі основи авіації та космонавтики; основні стандарти міжнародних і національних організацій цивільної авіації; філологічні науки; навчальні предмети, пов'язані з перекладом; бізнес-термінології; професійний досвід; сучасні технології та мультимедійні технології; і т.д.

Відомо, що перекладачів-універсалів, здатних на професійному рівні виконувати всі види перекладу, практично не існує. Залежно від того, якими видами перекладу займається перекладач, змінюється і набір професійних та особистісних якостей, якими в ідеалі має володіти сучасний перекладач, щоб успішно працювати в своїй галузі. Серед перекладацьких профілів можна виділити наступне:

1. Перекладача-синхроніст, окрім професійних навичок синхронного перекладу, повинен володіти такими якостями і навичками як високий рівень спілкування мовою оригіналу і мовою перекладу, швидкість реакції, чітка дикція, вміння зосередитися, психічна стійкість, гарна фізична форма.

2. Усний несинхронний перекладач, який, окрім навичок усного пофразового або послідовного перекладу, повинен володіти такими якостями, як товариськість, вміння не розгубитися на публіці, психічна стійкість.

3. Письмовий перекладач авіаційно-технічних текстів має володіти наступними якостями і навичками: глибокими знаннями мови оригіналу, включаючи фразеологію; знаннями основної термінології сучасної науки та технікою мови оригіналу та мовою перекладу, а саме письмовою формою мови перекладу, грамотністю, комп'ютером та комп'ютерними програмами на рівні, достатньому для роботи з текстами, що перекладаються, а також бути користувачем Інтернету на достатньому рівні для оперативного отримання та відправки перекладених матеріалів.

4. Письмовий перекладач авіаційних текстів на загальну тематику, окрім вимог, що застосовуються до перекладачів авіаційно-технічних текстів, повинен володіти знаннями сучасної авіаційної термінології, вміннями правильно та грамотно оформляти переклади авіаційних документів, включаючи переклади нормативних документів ІКАО.

Письмовий перекладач, що перекладає з рідної мови на англійську, окрім відповідних якостей, знань та навичок, повинен мати високу філологічну культуру та лінгвістичну грамотність. В першу чергу сюди входить високий рівень володіння граматичними структурами та лексичними схемами, що є притаманними для письма та мовлення носіїв даної мови. Наприклад, в тексті мають використовуватися наступні фрази та комбінації слів у якості сполучної ланки для речень: *it is clear that; with this in mind; it should be noted that; it is necessary to emphasize; і т. ін.* Для того, щоб запобігти занадто частого вживання англійського сполучника *-of* необхідно вживати такі лексичні комбінації як *pertaining to; regarding; that pertains to; concerning; in reference to; і т. ін.* Таким чином, дані знання та навички є індикатором високого професіоналізму перекладача, що в свою чергу є ключовим чинником для здійснення високо-кваліфікаційної професійної діяльності.

У сучасних умовах конкурентоздатність спеціаліста авіаційної сфери на ринку праці залежить від його готовності оволодівати новими технологіями, легко адаптуватися до змінних умов праці, професійно орієнтуватися в інформаційних потоках і користуватися іноземною мовою у фаховому спілкуванні. З огляду на зазначене професійна діяльність фахівця з перекладу є надзвичайно важливою, що зумовлює потребу його підготовки на засадах компетентнісного підходу з активним використанням такого засобу професійного навчання як іноземна мова, яка в сучасних умовах є не лише засобом полікультурної взаємодії, а й виконує функцію обов'язкового інструмента професійної діяльності.

Кваліфікований перекладач – це фахівець, який володіє необхідними навичками і вміннями професійного перекладу і регулярно займається цією діяльністю. Відмінною рисою компетентного перекладача є автоматизм, як при усному, так і при письмовому перекладі, а також постійний повний контроль якості звукового контенту і тексту відповідно. Компетентність перекладача виявляється і може бути оцінена тільки в ході діяльності і лише в межах конкретної професії.

На конференції в Брюсселі у січні 2009 експертною групою ЕМТ (Європейські спеціалісти з перекладу) було затверджено перелік компетенцій, якими мають володіти професійні перекладачі Євросоюзу. Серед них такі базові ключові компетенції, як міжособистісна, мовленнєва, міжкультурна, інформаційна, галузева та технологічна.

У 21 столітті особливої значущості набуває співпраця між військовою та цивільною авіацією, що вимагає проведення спільних семінарів, практикумів та конференцій за участю військових та цивільних фахівців з різних країн. Для ефективної роботи на даних заходах в першу чергу вимагається відповідний синхронний переклад, який може забезпечити тільки синхроніст з відмінними знаннями та навичками перекладу в галузі як військової так і цивільної авіації. Під цим на увазі маєтись в першу чергу володіння і розуміння авіаційних термінів в області комунікації, які важливі для військових і цивільних пілотів, наприклад: *aerodrome elevation* – висота аеродрому над рівнем моря; *flight level* – визначена висота, на якій повітряному судну дозволяється здійснювати політ в певний час; *aerodrome traffic zone* – захищена зона навколо аеродрому, куди пілотам потрібен дозвіл на здійснення повітряного руху.

Вище зазначені приклади зайвий раз доводять всю складність роботи перекладача авіаційної галузі, що в свою чергу підводить нас до висновку про необхідність сучасних ефективних методів підготовки даних спеціалістів. Для цього необхідно використовувати передовий зарубіжний досвід в галузі авіаційної англійської мови і вивчати відповідну авіаційну термінологію з джерел, які походять з країн-носіїв англійської мови. Для поглибленого засвоєння авіаційних слів та словосполучень студентам насамперед можна порекомендувати Словник авіаційних термінів під редакцією Девіда Крукера, спеціаліста в галузі цивільної авіації із Великобританії. Даний словник містить 5500 авіаційних термінів, на які даються чіткі та доступні тлумачення.

Згідно з Документом ІКАО №9835, володіння мовою є однією з головних складових процесу комунікації. Традиційна модель комунікації включає такі елементи, як відправник, канал передачі інформації і одержувач. Вербальна комунікація є саме тією формою комунікації, до якої відносяться вимоги ІКАО до володіння мовою. У кожному конкретному акті комунікації беруть участь той, хто говорить і той, хто слухає. Хто говорить кодує своє повідомлення у вигляді мовного висловлювання. Висловлювання передається по відповідному каналу в формі звукового потоку, який сприймається і декодується тим, хто чує. У разі успішної комунікації уявлення слухача про сенс повідомлення буде повністю або майже повністю збігатися з тим змістом, який вкладав в нього той, хто говорить.

Висновки

Отже, в даній статті доведено, що професійні перекладачі авіаційної галузі повинні вміти застосовувати знання і навички, які можуть бути корисні при здійсненні їх професійної діяльності.

Список літератури

1. Документ ИКАО №9835, 2010. Руководство по внедрению требований ИКАО к владению языком. Издание второе. Международная организация гражданской авиации (ИКАО). Монреаль, Канада. <http://rus.ums.rshu.ru/file1480>
2. Ковтун О.В. Комунікативний підхід в організації мовної освіти авіаційних операторів / О. В. Ковтун // Наука і освіта. – 2011. – № 5. – 89-94 с.
3. А.М. Богуш. Формування мовної особистості на різних вікових етапах: монографія / – Одеса, 2008. – 271 с.
4. Shared “Dublin” descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.jointquality.com/content/descriptors/CompleteDublinDescriptors.doc>.
5. David Crocker, 2007. Dictionary of Aviation. Second edition. □&C Black Publishers Ltd. London.

*В.І. Шульгіна, доктор філологічних наук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Лексикографічна робота як один з напрямів розвитку комунікативних навичок фахівців авіаційної галузі

У статті зроблено акцент на значенні лексикографічної роботи у межах мовної підготовки фахівців авіаційної галузі. Автором визначаються типи лексикографічних джерел, необхідних для розвитку комунікативних навичок майбутніх авіаторів, даються окремі методичні рекомендації викладачам, що читають курс «Українська мова за професійним спрямуванням», окреслюються перспективи можливого залучення студентів до розроблення електронних лексикографічних систем.

Мовна підготовка фахівців авіаційної галузі передбачає досконале володіння мовними нормами, інформація про які фіксується у таких лексикографічних джерелах, як словники і довідники.

Хоч знання певних мовних правил і мають становити основу лінгвістичних знань майбутнього працівника, однак уміння користуватися словниковою літературою є тими прикладними навичками, які забезпечують урахування в роботі з текстом певних деталей, певної конкретизації. До того ж, робота зі словником – шлях до економії часу, який потрібен для вирішення певної лінгвістичної проблеми.

Правда, для того, щоб робота зі словниками справді сприяла економії часу, спеціаліст повинен знати, які типи словників існують взагалі, які з них представлені в паперовому, а які – в електронному вигляді. І врешті-решт, як саме працювати з кожним із словників, щоб оптимально використовувати їх багатство.

При підготовці фахівців авіаційної галузі у межах курсу «Українська мова за професійним спрямуванням» викладачеві доцільно зробити акцент на темі “Лексикографія”, передбачивши виконання студентами самостійного завдання по підготовці інформації про професійно орієнтовані словники. Виголошення цієї інформації доцільно супроводжувати спостереженнями студентів за формами подачі інформації в тому чи іншому словнику), а також виконанням практичних пошукових завдань за цими словниками (чи їх фрагментами).

Особливої уваги потребують словники термінологічні. Для майбутніх фахівців авіаційної галузі варто детально опрацювати словник авіаційних термінів, що містить англomовні відповідники українським термінологічним поняттям (Англо-український словник авіаційних термінів / Уклад.: Р.О. Гільченко. – Фастів: КуПол, 2009. – 280 с.).

Знайомство з таким словником дає майбутнім спеціалістам можливість здобути потрібну інформацію, розширюючи коло джерел для своїх пошуків, закріплюючи при цьому навички перекладу з мови на мову, знання іноземних мов (чи вміння користуватися перекладними словниками), навички у володінні

ПК, а також створює можливість у подальшому навіть взяти участь у розробленні аналогічних вітчизняних словників.

Однак, основна словникова робота полягає, насамперед, у виробленні твердих, майже доведених до автоматизму, навичок у користуванні наявними вітчизняними словниками. Добре, якщо лексикографічні теми будуть засвоюватися студентами на фоні інформації про різновиди літературної норми, які закріплюються у певному типі словників.

З урахуванням динаміки змін, що відбуваються у мові, студентам слід звикати до користування найновішими виданнями словникової літератури, наприклад, тими, що входять до серії “Словники України”. Для фахівців, у роботі яких передбачається активізація усного мовлення, слід звернути увагу на орфоепічні та акцентологічні словники). Для майбутніх спеціалістів, в обов’язки яких буде входити робота з текстовими документами, основний акцент слід зробити на таких типах словників, як енциклопедичні, термінологічні, орфографічні, словники іншомовних слів, словники синонімів, словники паронімів.

Активне використання у практичній роботі студентів словників синонімів, словників антонімів, словників паронімів зумовлює увагу до точності вибору слова.

При проведенні лексикографічної роботи з майбутніми фахівцями авіаційної галузі слід звернути увагу і на таке важливе джерело інформації, як універсальні довідники. У них, студенти можуть знайти таку потрібну інформацію, як перелік посад керівників, спеціалістів та службовців, перелік графічних скорочень звань і посад, графічні скорочення назв місяців, днів тижня, років, перелік найпоширеніших гріфічних скорочень, перелік назв нагород, почесних звань і державних премій незалежної України, точні назви державних установ України, державних комітетів, регіональних митниць прямого підпорядкування ДМСУ, посольств, консульств, представництв іноземних держав в Україні, Обласних рад народних депутатів з зазначенням адрес розташування та телефонів, а також умовні позначення областей України на номерних знаках автомобілів.

Доповнити таку інформацію можна за виданням “Офіційний вісник України” (К., 1999-2001), де зібрано найбільш повну офіційну інформацію, що стосується нашої держави.

У майбутній роботі з іноземними партнерами для фахівців авіаційної галузі корисною буде інформація, подана в довідниках, що стосується загальноприйнятих міжнародних скорочень в ділових документах, назв штатів у США (повних і скорочених), назв англійських графств, що мають скорочення, схем переведення британських та американських одиниць виміру, інтернаціональних автомобільних символів тощо.

Важливими в роботі над удосконаленням знань мовних норм можуть видатися такі різновиди довідників – словники власних назв, довідники з правопису, завдяки яким можна швидко вирішити цілий комплекс лінгвістичних проблем,

Найбільш простим засобом перевірити правильність написання чи вимови слів може бути використання сучасного орфографічного словника.

Важливими в роботі фахівців авіаційної галузі є словники перекладні (насамперед, словники з еквівалентами українських слів у інших іноземних мовах, таких, як англійська, польська, французька, румунська, угорська та ін., які можуть знадобитися майбутнім спеціалістам, що працюватимуть з партнерами з відповідних країн.

Розвиток інформаційних технологій зумовив створення електронних словників, які поряд з паперовими виданнями широко використовуються спеціалістами в практичній діяльності. Однією з переваг таких словників є можливість їхнього оновлення неологізмами та запозиченнями. Так, наприклад, актуальним для студентів-авіаторів є розміщений у репозитарії Національного авіаційного університету Англо-українського, українсько-англійського словника авіаційної термінології (<http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/9308>).

Новим кроком у розвитку української лексикографії є спроби створення електронних тезаурусів, у яких словарний матеріал має бути систематизованим за певними напрямками, його компоненти мають підпорядковуватися один одному в залежності від тих ієрархічних відношень, у яких вони перебувають у певній терміносистемі. Використання таких тезаурусів у навчальному процесі дало б можливість не лише дати студентам певний обсяг інформації, а й систематизувати її у відповідності до вимог майбутньої професії, зміцнивши навички студентів щодо самостійного здобування концептуальної інформації, в тому числі і в умовах дистанційного навчання, використовуючи цей тезаурус як різновид електронного підручника і довідника. На жаль, робота по створенню мережі таких тезаурусів в Україні перебуває лише на початковому етапі. Напевно, до розроблення електронного тезаурусу авіаційної терміносистеми було б доцільно залучити і самих студентів.

Висновки

Тож, лексикографічну роботу у межах вищого навчального закладу варто сприймати не лише як можливість для подальшого розвитку мовно-комунікативних навичок майбутніх спеціалістів, а й як шлях до зростання їхньої професійної та творчої майстерності.

О.М. Ічанська, канд.психол.н., доцент,
О.В. Гірчук,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Психологічні детермінанти групової ергатичної сумісності у льотних екіпажах

Розглянуто поняття «групова ергатична сумісність» у контексті проблеми надійності ергатичної системи, представлені та охарактеризовані детермінанти групової ергатичної сумісності як пріоритетні завдання психологічного супроводу професійної діяльності авіаційних фахівців.

Сучасні умови виконання професійної діяльності характеризуються змінами процесів, великим обсягом інформації, домінуванням стресових станів, які викликані соціально – економічними умовами, проблемами організації праці та професійної взаємодії. Характерною особливістю сучасного процесу є наближення “особливих” умов діяльності до екстремальних. Актуальність вивчення складових психологічного клімату у льотних екіпажах визначена специфікою виконання професійної діяльності, наявністю стресових ситуацій, надмірному фізичному навантаженні та ризиком для життя. У авіаційній галузі усе актуальнішим стає проблематика надійності функціонування СОМС.

Надійність ергатичної системи залежить не лише від надійності їх основних компонентів, але й від узгодженості та взаємодії усіх компонентів між собою. Саме тому при аналізі даної проблематики розглядається поняття «групова ергатична сумісність операторів».

Скрипєць А.В. розглядає групову ергатичну сумісність операторів як ступінь відповідності результуючої діяльності двох або більше операторів характеристикам керованого динамічного об’єкта [2, 566].

У руслі даної проблематики прийнято виділяти дві основні групи детермінант групової ергатичної сумісності: характер взаємовідношень та рівень організації розподілу функціональних обов’язків в екіпажі.

Для нашого аналізу цікавим є перша з вказаних груп детермінант, вивчення яких та вплив на які можливе в межах різних галузей прикладної та практичної психології.

У переліку даних детермінант можна відмітити наступні параметри: сумісність членів екіпажу, узгодженість офіційної та неофіційної системи взаємовідносин, узгодженість формального та неформального лідерства, ціннісно-орієнтаційна єдність екіпажу, позитивний психологічний клімат.

При розгляді льотного екіпажу як малої соціальної групи, можна визначити, що взаємовідносини в колективі, оптимізація психологічного клімату, спрацьованість є важливими для ефективності і безпеки діяльності. Психологічний клімат представляє собою результат емоційних, соціально-психологічних та професійних зв’язків членів екіпажу, що виникає на основі їх близькості, симпатії, єдності інтересів, схильностей, стилів

професійної діяльності. Психологічний клімат змінюється під впливом процесів, що відбуваються у колективі, характеру офіційних та неофіційних зв'язків, особливостей управлінської діяльності, стилю взаємин, характеру прийняття рішень. Враховуючи специфіку професійної діяльності, пов'язану з можливістю позаштатних ситуацій, необхідно розглядати психологічний клімат як статичне явище, зумовлене стійкими взаємовідносинами та ціннісно-орієнтаційною єдністю членів екіпажу, а також клімат як динамічне явище, зумовлене ситуативними настроями, конкретними емоційними та поведінковими реакціями членів екіпажу.

Виконання професійної діяльності екіпажем може відбуватись у постійному складі та не закріплених екіпажах. При тривалому перебуванні у постійному складі екіпажу формуються певні традиції, норми поведінки, що впливає на згуртованість та організованість колективу. Взаємне прийняття членів екіпажу у спілкуванні та спільній діяльності, задоволеність процесом та результатом взаємодії, яке базується на схожих ціннісних орієнтаціях, соціальних установках, інтересах, мотивах є критеріями міжособистісної сумісності. Психологічна сумісність надає змогу безконфліктного спілкування і узгодженості дій в умовах виконання спільно діяльності. Як у постійних так і у не закріплених екіпажах необхідно звертати увагу на обговорення робочих завдань, конструктивне розв'язання проблемних ситуацій, конфліктів. Впливає на професійне спілкування і час виконання спільної діяльності. При аналізі феномену «сумісності» у професійній авіаційній діяльності доцільно розглядати наступні його види: психофізіологічна сумісність, що базується на узгодженості типів темпераменту; інтелектуальна сумісність, яка визначається узгодженістю когнітивних стилів членів екіпажу при сприйнятті інформації, її обробці та прийнятті рішень; характерологічна сумісність, що визначається несуперечливістю базових рис характеру та можливістю їх компенсації; функціонально-рольова сумісність, яка залежить від прийняття кожним членом екіпажу системи розподілу професійних ролей та від адекватності їх виконання; ціннісна єдність, що базується на узгодженості основних життєвих та професійних цінностей.

Важливою характеристикою існування колективу є функціонування в ньому процесів нормативної поведінки, які пов'язані з реалізацією групових норм. Існування групових норм у команді зумовлене об'єктивною необхідністю організації діяльності, регламентації поведінки, розвитку, ефективності взаємодії. Прийняття та дотримання норм забезпечує створення зв'язків, групову згуртованість, ступінь привабливості команди для її представників.

Ефективність діяльності та згуртованість групи виникає при наявності спільних ціннісних орієнтацій, тобто для кожного члена екіпажу професійна діяльність є важливою. Згуртованість ґрунтується на емоційно позитивних стосунках членів екіпажу, що забезпечує атракцію на соціально-психологічному та професійному рівнях. Крім того, згуртованість представляє собою результат мотивації групового членства, тобто спонукання до збереження кожним із членів екіпажу свого членства в групі.

При вивченні згуртованості членів льотних екіпажів були визначені наступні результати: при виконанні професійного завдання у незакріпленому складі екіпажу професійний рівень членів повітряного судна підвищувався. Причиною таких змін була відповідальність кожного члена екіпажу за виконання своєї роботи, чітке виконання інструкцій, розрахунок на власні сили. Перевагою постійного складу льотного екіпажу залишається налагоджений процес взаємодії, взаєморозуміння, низький рівень нервово – емоційного напруження.

Висновки

Таким чином, до основних даних детермінант групової ергатичної сумісності можна віднести наступні психологічні параметри: різні види сумісності та їх співвідношення, несумісність, узгодженість офіційної та неофіційної системи взаємовідносин, узгодженість формального та неформального лідерства, ціннісно-орієнтаційна єдність екіпажу, позитивний психологічний клімат. Статистичний аналіз помилок ІКАО дозволив виявити, що помилки взаємодії, неузгодженість дій членів екіпажу, різноспрямованість їх дій становить майже 30% авіаційних пригод та інцидентів. У зв'язку з цим усі вище охарактеризовані детермінант групової ергатичної сумісності можуть бути визначені як пріоритетні завдання психологічного супроводу професійної діяльності авіаційних фахівців.

Список літератури

1. Гандер Д.В. Профессиональная психопедагогика. – М.: Воентехиздат, 2007. – 336с.
2. Інженерна психологія, ергономіка та людський чинник в авіації: Підручник/
3. А.В. Скрипеч, О.Ю. Буров, В.В. Павлов; За заг. ред. проф. А.В.Скрипця. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. – 696 с.
4. Мунипов В.М., В.П.Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды. – М.: Логос, 2001. – 388с.
5. Платонов К. К., Гольдштейн Б. М. Основы авиационной психологии: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений граждан. авиации. — М.: Транспорт, 1987. — 222 с.
6. Психологія професійної діяльності і спілкування // За ред. Л.Е. Орбан, Д.М. Гриджука. - К.: Преса України, 1997. – 192 с.
7. Человеческий фактор в управлении: Сборник статей / Под ред. Н.А. Абрамовой, К. С. Гинсберга, Д. А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – 496 с.

*Л.В. Помиткіна, доктор психол.н., професор,
О.В. Гірчук,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Індивідуально-психологічні підходи до визначення суб'єктивної ентропії як фактору безпеки польотів

У статті поданий теоретичний аналіз основних наукових підходів до визначення ентропійних процесів у різних галузях науки і суспільства, узагальнені погляди вчених на використання ентропійних характеристик у дослідженнях особистості як активної системи, проаналізовані індивідуально-психологічні підходи вчених до використання ентропійних характеристик для визначення нестабільності емоційно-вольових станів операторів в особливих умовах діяльності, зокрема, в авіаційній галузі.

Проблема безпеки польотів стає все актуальною у цивільній та військовій авіації у зв'язку із зростанням авіакатастроф у цій галузі. Експерти констатують, що майже усі вони пов'язані з людським чинником. Незважаючи на досить складну й тривалу підготовку людини до складних умов діяльності в авіації, розуміння поведінкових процесів у стресових ситуаціях потребує додаткових психологічних досліджень. Отже, крім набуття основних професійно важливих якостей і здібностей, необхідним є пошук нових параметрів і характеристик, які можуть допомогти відстежувати різні вади психіки людини в екстремальних ситуаціях. Далі мова піде про ентропійні процеси суб'єкта в особливих умовах діяльності.

Як відомо термін «ентропія» довгий час використовувався лише в прикладній науці для опису [термодинамічних систем](#) як характеристики їх стану. Ентропію визначають як зв'язок між макро- і мікро- станами, як єдину функцію у фізиці, яка показує напрямок процесів. Практичне значення має не стільки сама величина ентропії, скільки її зміна. За зміною ентропії визначають можливість протікання того або іншого процесу, передусім перетворення теплоти в роботу.

Однак, на сьогодні поняття ентропії широко використовується в інших науках як міра безпорядку системи, яка складається з багатьох елементів. Зокрема, в статистичній фізиці – це міра ймовірності здійснення будь-якого макроскопічного стану, в теорії інформації – міра невизначеності певного досліджу, який може мати різні початки, а значить і кількість інформації, в історичній науці – для експлікації феномена альтернативності історії (інваріантності і варіативності історичного процесу), в теорії управління – міра невизначеності стану або поведінки системи в певних умовах [3]. Отже, ентропія виступає мірою рівноваги системи, характеризує ступінь її впорядкованості чи хаосу.

Поняття ентропії також введено до психологічної науки. К.Юнг ввів поняття ентропії в психоаналіз, вивчаючи динаміку особистості. Дослідники в області психології, а потім і соціології виділяють і визначають ентропію

особистості або соціальну ентропію як: міру невизначеності стану особистості; психічну енергію, яку можна використовувати для дослідження в психоаналізі; кількість енергії, що недоступна для соціальних змін в соціології; динаміку ентропії особистості. Здійснюючи теоретичний аналіз, поняття ентропії знаходимо в теоріях, як природничо-наукових, так і гуманітарних. В цілому ентропія тісно пов'язана з мірою, ступенем невизначеності, хаосу, безладу в будь-якій системі.

У когнітивній психології є тенденція пов'язувати це поняття з невизначеністю. Тобто, чим вища невизначеність наслідків у будь-якій ситуації, тим більша буде кількість інформації, що міститься в ній, і тим вища буде ентропія. У психоаналітичній теорії ентропія – це ступінь, у якій психічна енергія стає недоступною для використання, після вкладення її у певний об'єкт. У соціальній психології – це кількість енергії, яка стала недоступною для здійснення соціальних змін і соціального прогресу. Можливо, що зі збільшенням соціальної ентропії пов'язані поступовий занепад і застій суспільства або культури.

Гештальтпсихологи порівнюють і класифікують ентропію як прагнення замкнутих систем до рівномірного перерозподілу фізичної енергії і розглядають порядок із закономірностями зорового сприйняття природних форм, заснованих на принципі економії енергії. Ентропія – спосіб взаємодії особистості із соціальним середовищем і визначається тим, що соціальне середовище, з одного боку, і особистість – з іншого можуть включати в себе ентропійні і негентропійні прояви, а їх певне співвідношення утворює комбінаторно-можливі модуси взаємодії; їх широкий діапазон дає можливість виходу за межі обмеженого визначення особистості як стабільної системи, що діє в умовах, що змінюються, тобо в умовах середовища.

Ентропійні тенденції соціального середовища вивчав Е.Дюркгейм. Елементи хаосу і безладу, соціальну дестабілізацію і дезорганізацію на тих чи інших етапах його розвитку навіть вважав необхідною умовою розвитку суспільства, тобто наявність в ньому певних елементів дезорганізації. Цей момент, як відомо, він підкреслював у зв'язку з вивченням природи соціальної аномії та злочинності. Ентропійні тенденції, вважав дослідник, особливо наочно спостерігаються у функціонуванні малих соціальних груп в мікросоціальному кліматі деяких формальних та неформальних людських об'єднань. Соціальна ентропія – нова категорія інформатики, яка введена для характеристики управлінських процесів, рівня їх здійснення. Ентропія – не просто міра упорядкованості організаційних систем, а міра відповідності їх станів наявним цільовим установкам. Отже, чим вищий інформаційний рівень функціонування економічної системи, тобто чим нижче ентропія, тим економніше витрачає вона традиційні ресурси виробництва: енергію, сировину, робочу силу і особливо час. Дослідники вказують, що подолання ентропії виробничих систем, тобто відхилення їх станів від оптимального, важливіше, ніж додаткове включення в господарський обіг матеріально-енергетичних і трудових ресурсів.

Вивчаючи ентропійні процеси особистості, ряд дослідників і вчених виділяють для розгляду поведінкові дисоціації, дезорганізованість,

непослідовність у вчинках і переконаннях, емоційну нестійкість тощо. Все це є проявами внутрішнього хаосу і ентропійних характеристик особистості. Не підлягає сумніву, що граничний стан зростання ентропії властивий патології, проте було б невірно таким чином спрощувати питання, нібито зростання ентропії пов'язане з патологією, а зростання негентропії з психічним здоров'ям. Тому що під час багатьох невротичних порушень відзначається надмірна організованість, доведена до патологічних форм ритуалізації і, навпаки, у практично здорових осіб в певних умовах може спостерігатися зростання ентропійних показників. Це добре демонструється в відомих дослідках Л.Фестінгера, Т.Ньюкомба і А.Пепітона, Ф.Г.Зімбардо [5] в зв'язку з вивченням феномена деіндивідуалізації. Дослідники визначають такі показники деіндивідуалізації як імпульсивність і деструктивність поведінки, зниження самоконтролю, хаотичність поведінки і дезорганізацію внутрішньо особистісних станів. Як видно із дослідів Ф.Г.Зімбардо, усі дії людини підкорені боротьбі двох мотивів – хаосу і порядку.

Вплив інформації на людську психіку досліджувався здавна. Теорія інформації допомогла провести точні вимірювання кількості інформації, яка сприймається в різних умовах через зорові і слухові канали, досліджувати фактори, що впливають на сприйняття і засвоєння інформації, знайти кошти, які допомагають людині сприймати безперервний потік інформації, що надходить із спеціальних екранів, приладів і пультів із зовнішнього середовища. Однак, ентропія необхідна для психіки людини не в меншій мірі, ніж та інформація, яку вона отримує в живому спілкуванні від різних джерел (радіо, кіно тощо).

Деякі дослідники вказують, що психічна ентропія або внутрішній хаос може травмувати свідомість. Кожного дня можна стикатися з ситуаціями, в яких все відбувається «не так як хотілося б», а почуття безпорадності виливається назовні у вигляді конфліктів. Людина може потрапляти у стан, коли нова інформація вступає в конфлікт з уже існуючими намірами і відволікає від досягнення поставлених цілей. Усі сподівання й очікування зазнають краху і вона починає переживати біль, страх, гнів, сором тощо. Це і є психічна ентропія, повна невизначеність й безпорадність. Щоб відновити самовладання і впоратися з небажаними реакціями потрібно мати особливий ресурсний стан. Це стан, коли нова інформація знаходиться в згоді з внутрішньою структурою цілей і психічна енергія тече без перешкод. Коли не хвилює занепокоєння і сумніви в своїй адекватності, і ви маєте стійке відчуття, що все в порядку. Цей стан іноді називають «станом потоку», у результаті якого суб'єкт починає поважати себе за все те, що вже зроблено.

Такі стани переважно повинні складати «робочі будні» фахівців в особливих та екстремальних професіях. С.О.Дружилов, аналізуючи основи професіоналізму, приходять до висновку про доцільність використання ентропійного аналізу в інженерній психології. Дослідник вказував, що про принципову можливість застосування ентропійних характеристик поряд з іншими методами аналізу трудових процесів писав ще Г.М.Зараковський (Зараковский Г.М., 1966) [4, С. 191-193]. В інженерній психології відомі приклади продуктивного застосування ентропійних методів дослідження

процесів інформаційної взаємодії людини і машини (Шерідан Т.Б., Феррел У.Р., 1980) [9]. Зміна ентропії розглядається як міра кількості інформації, що вноситься людиною в керований процес. А.І.Галактіонов і його колеги на основі експериментальних даних підтвердили, що на початку формування у оператора нової власної структури діяльності характерні великі розгалуження її показників. Однак вони поступово зменшуються з навчанням оператора і потім стають постійними характеристиками (Галактіонов А.І., 1978) [1].

Ю.Я.Голіков і А.Н.Костін також експериментально довели, що якщо побудувати криві навчання для типових завдань, то «вид залежностей конкретних реалізацій процесу навчання стає помітно немонотонним» (Голіков Ю.Я., Костін А.Н., 1985) [2, С. 191-193]. Відзначається, що «принципове існування підйомів і спадів показника у рівні підготовленості кривої навчання дуже істотне і відображає зміст мікроструктури процесу навчання». При цьому підкреслюється, що «тимчасове погіршення навченості свідчить не про згасання навички, а про перехід виконання режиму на більш високий, більш складний рівень». Дослідники відзначають, що в міру освоєння діяльністю знижується ступінь невизначеності в способах її виконання і пов'язують це з процесами накопичення знань про об'єкт, режимами його функціонування, особливостями середовища.

Сучасний дослідник, професор В.О.Касьянов, проводячи глибокий аналіз стресових подій в авіації, пропонує використовувати поняття ентропії в якості «ентропії суб'єкта», як кількісну характеристику його психічного стану під час проблемно-ресурсної ситуації. Він робить припущення, що рівень ентропії певних переваг (рівень невизначеності бажань) характеризує ступінь психічної напруженості особистості. При цьому, чим вища суб'єктивна ентропія, тим вища ця напруженість. Максимальну ентропію вчений пропонує розглядати як один із критеріїв інтелекту, оскільки визначається через кількість одночасно розглянутих альтернатив [7, С. 76-80].

Касьянов В.О. вказує, що бувають ситуації, які він називає «ентропійними катастрофами», коли суб'єкт не може прийняти вірне рішення. Накладається ряд факторів (недостатність, або надмірність альтернатив, обмеженість у часі, недостатність суб'єктивних ресурсів тощо), які призводять до критичного зростання ентропії й неможливості прийняти вірне рішення [6, С.337]. До такої невизначеності призводять стрибкоподібні зміни, які й супроводжуються стресом, а відтак і певними переживаннями суб'єкта.

Зрозуміло, що працюючи в особливих і екстремальних умовах діяльності, суб'єкт праці, перш за все, повинен мати високий рівень стресостійкості. Однак, наявність цієї професійно важливої якості не знімає відповідальності за прийняття рішень, а разом із цим і переживань, пов'язаних із вірно / невірно здійсненим вибором. Отже, поряд зі стресостійкістю необхідно формувати і досліджувати й інші якості, які допомагають долати хвилини стресових ситуацій з найменшим навантаженням як на емоційно-вольову сферу так і на усю психіку суб'єкта [10].

Такою характеристикою, на наш погляд, може стати суб'єктивна ентропія. У психології ентропію субекта можна порівняти із тривожністю особистості. Однак це близькі, але різні характеристики, оскільки тривожність

(як особистісна так і ситуативна) зростає у випадках складних обставин, ситуацій, що супроводжуються емоційними перевантаженнями. І кожне збільшення розглядається вченими й дослідниками як негативне явище, що заважає здійсненню функціональних обов'язків чи будь-яких особистих професійних дій. Тобто, чим вищий показник тривожності, тим вища знервованість та некерованість емоційно-вольовою сферою, невірні прийняті рішення й конкретні дії.

Суб'єктивна ентропія, як видно з попереднього аналізу, є характеристикою міри невизначеності у складних ситуаціях, однак її зростання не можна розглядати як однозначне збільшення напруженості емоційно-вольової сфери чи підвищення тривожності особистості. Як вказують дослідження В.О.Касьянова, є так звана «голуба зона» (рівень від- і -до) зростання параметрів ентропії суб'єкта, коли йому вдається прийняти самі вірні рішення й виконати найоптимальніші професійні дії. Проблема визначення означеної зони для професійної діяльності фахівців в особливих та екстремальних умовах, й зокрема, авіаторів, залишається поки що не розв'язаною. Оскільки, по-перше, необхідно розробити психодіагностичний інструментарій щодо визначення цього параметру, по-друге, визначити критерії, тобто межі вказаної зони, на які буде спиратися діагностика. Отже, розробка психодіагностичного інструментарію на визначення цієї характеристики може бути першочерговим завданням для екстремальної психології та психології в особливих умовах діяльності.

Сучасний дослідник Г.Ю.Маклаков, провівши ряд досліджень, пропонує новий метод оцінки впливу зовнішніх факторів на психіку людини і її психофізіологічні структури. Метод реалізується шляхом комплексної оцінки стійкості гомеостазу організму людини з використанням шенонівського визначення ентропії. Доведено, що максимальна психоемоційна стійкість досягається, коли рівень хаосу і порядку в структурах організму знаходиться в пропорції «золотого перетину». Як стверджує автор, оскільки прийом і переробка інформації у людини відбувається за допомогою універсального коду (код Фібоначчі), в основі якого лежать параметри «золотого перетину», то й детермінованість (порядок) і стохастичність (безпорядок) у системі (організм людини), тобто їх гармонійне поєднання, повинні досліджуватися за допомогою параметрів «золотого перетину» через значення ентропії. Отже, констатує дослідник, «розвиток і стабільність функціонування системи (людини) у складних стресових ситуаціях можливий, коли рівень хаосу і порядку у ній підкоряється закону гармонії, а саме знаходиться у пропорції «золотого перетину» [8, С. 36.18].

Таким чином, людство перебуває у пошуку інваріативних параметрів та показників суб'єктивної ентропії, психодіагностика яких дасть можливість забезпечити розробку ефективних методів реабілітації й профілактики щодо прогнозування та стабілізації емоційних станів операторів складних технічних систем управління.

Можемо констатувати, що для підвищення безпеки польотів необхідно запроваджувати в авіаційну галузь досконалий психологічний відбір та психологічний супровід професійної діяльності авіаційних працівників,

спрямований на діагностику таких нових й необхідних характеристик, поряд з професійно важливими, як суб'єктивна ентропія.

Список літератури

1. Галактионов А.И. Основы инженерно-психологического проектирования АСУТП. – М.: Энергия, 1978. – 208 с.
2. Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Психология автоматизации и управления техникой. – М.: Изд-во Московского гос. ун-та, 1985. – 208 с.
3. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. – М.: Наука, 2006. – 192 с.
4. Дружилов С.А. Психология профессионализма. Инженерно-психологический подход. – Харьков: Издательский дом «Гуманитарный центр». – 2011. – 296 с.
5. Зимбардо Ф. Эффект Люцифера. Почему хорошие люди превращаются в злодеев / Пер. с англ. А. Стативка. – М.: Альпина нон-фикшн, 2013. – 740 с.
6. Касьянов В.А. Субъективный анализ [Текст] / В.А.Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512 с.
7. Касьянов В.А. Энтропийная парадигма в теории активных систем. Субъективный анализ [Текст] / В.А.Касьянов. – Ч.2. – К.: НАУ, 2016. – 661 с.
8. Маклаков Г.Ю. Метод комплексной оценки психофизиологических параметров человека в системе комплексной реабилитации профилактики нарушений психоэмоционального состояния при его деятельности в экстремальных условиях / Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції «ABIA-2011». – Т. 4. – К.: НАУ, 2011. – С. 36.16-36.19.
9. Шеридан Т.Б. Системы человек-машина / Т.Б.Шеридан, У.Р.Феррелл. – М: Машиностроение, 1980. – 400 с.
10. Pomytkina L.V. The subject's experience during decision-making / PROCEEDINGS The VII World Congress «AVIATION in the XXI-st CENTURY», «Safety in Aviation and Space Technologies», September 19-21, 2016, Volume 3, Kyiv, 2016. – pp. 9.159-9.163.

Постстрессова реабілітація авіаційних спеціалістів як спосіб актуалізації транспотенціалів та відновлення ресурсів стресостійкості

У статті йдеться про специфіку реабілітаційної роботи з авіаційними спеціалістами, що пережили екстремальні ситуації під час виконання професійних задач. Екстремальний досвід розглядається крізь призму цілісного життя особистості професіонала, розкривається поняття конструктивного та деструктивного досвіду, наводяться дані проведеного автором психологічного дослідження, спрямованого на вивчення особливостей переживання пілотами досвіду складних ситуацій у польоті.

За даними ІКАО, на 1 авіаційну катастрофу з людськими жертвами приходить 5 авіаційних подій, 30-100 серйозних інцидентів, 100-1000 інцидентів і від 1000 до 4000 "прихованих" інцидентів. Наведена статистика екстремальних ситуацій, що відбуваються під час польоту, дозволяє окреслити коло завдань, що вимагають серйозної розробки психологами, що працюють в авіаційній сфері. Одне з найважливіших – це розробка стратегій реабілітаційної роботи з авіаспеціалістами, що пережили екстремальні ситуації в процесі професійної діяльності. Її вирішення безпосередньо пов'язане з підвищенням професійної надійності фахівців цього профілю і підвищенням безпеки польотів. Адже доволі часто результатом пережитого ними екстремального досвіду стає зниження професійної мотивації, підсилення страху виникнення непередбачуваних ситуацій в процесі вирішення професійних завдань, блокування особистісного потенціалу, зниження загальної витальності. Виникнення цих проблем вказує на психічну травматизацію фахівця, зумовлену порушенням його здатності до інтрапсихічної переробки екстремального досвіду. Зазвичай це зумовлено специфікою індивідуальних стратегій подолання особистістю негативних переживань, що виникають у відповідь на стреси професійної діяльності. Їх аналіз і узагальнення дає змогу виділити два основні шляхи їх подолання.

Перший шлях – це шлях актуалізації транспотенціалів особистості. Цей процес конструктивного пристосування до складних умов професійної діяльності відбувається за рахунок вивільнення внутрішніх ресурсів, що не задіяні у звичайному, повсякденному житті. Вони актуалізуються у процесі накопичення і переробки авіаспеціалістом екстремального досвіду. Саме актуалізація транспотенціалів дає особистості змогу витримувати стресове напруження без надмірних психологічних втрат, зберігаючи мотивацію до діяльності та життєтворчу позицію стосовно власного життя.

Другий шлях - це шлях актуалізації неконструктивних захисних механізмів психіки й вироблення екстремальних стилів пристосування до професії. Нормалізація психічного стану таких спеціалістів досягається за рахунок заперечення ними можливої небезпеки під час виконання

професійних завдань і формування так званої "парадигми невразливості", витіснення негативних переживань, деформації сфери почуттів і емоцій, формування звички відновлювати душевну рівновагу і знімати втому за допомогою алкоголю. Це неминуче призводить до виснаження регулятивних ресурсів особистості, порушення роботи транспотенціалів, гальмування процесів інтрапсихічної переробки екстремального досвіду, стагнації ресурсів особистісного розвитку. Зрозуміло, що подібні зміни стають потужним чинником ризику виникнення помилок і збоїв у діяльності авіаційного фахівця (за статистикою, значна кількість авіаційних катастроф і аварійних ситуацій відбувається унаслідок ігнорування пілотами та авіадиспетчерами чинників ризику і можливих негативних виходів ситуації).

Зрозуміло, що виробляючи екстремальні стилі виживання, фахівець реалізує потребу в самозбереженні. Важливо зазначити, що мається на увазі не біологічна вітальна потреба, а потреба у збереженні особистісної самоідентичності та професійного іміджу. Враховуючи екзистенціально-онтологічну основу цих процесів, ми вважаємо найбільш перспективним екзистенціальний підхід до реабілітаційної роботи з авіаційними фахівцями, що пережили екстремальні ситуації в процесі професійної діяльності. При такому підході основні зусилля психолога-реабілітолога мають спрямовуватися на розкриття транспотенціалів особистості і розвиток в неї здатності до інтеграції екстремального досвіду в цілісний простір життєвого досвіду.

Розглянемо більш детально поняття "досвід". У філософському трактуванні це поняття розкривається як "засноване на практиці почуттів емпіричне пізнання реальності". В екзистенційній психології досвід розглядається як антропологічна структура і, водночас, процес переживання, що забезпечує постійну взаємодію і взаємобмін екзистенціального (актуального на даний час) простору переживання з онтологічним. Враховуючи те, що мислення і почуття є основними структурними елементами переживання, у досвіді можна виокремити досвід почуття і когнітивний досвід. Досвід почуття включає те, що людина пережила, відчула і те, що переживається нею досі. Когнітивний досвід включає знання різних фактів і взаємозв'язків про себе, про інших людей і про світ в цілому, отримані в ході емпіричного пізнання життя - в нашому випадку – пізнання життя через професійну діяльність (основна функція когнітивного досвіду - забезпечення когнітивної опори для переживання власного життя).

Будь-який отриманий досвід може бути конструктивним (інтегрованим) і деструктивним (дезінтегрованим). *Конструктивний досвід* є одночасно процесуальною характеристикою переживання і результатом його персональної переробки, результатом інтеграційного процесу. Він відбиває здатність особистості до його онтологічного зв'язування. Результатом онтологічного зв'язування досвіду стає підсилення відчуття аутентичності та загальної вітальності особистості. *Деструктивний досвід* – результат незавершеного (заблокованого) інтеграційного процесу, що розділяє переживання з основою буття. Він призводить до патологізації особистості: заморожуванню її почуттів, порушенню аутентичності, блокуванню інтуїції. На

когнітивному рівні такий досвід проявляється у деструктивних когніціях (виникненні ірраціональних ідей та генералізованих припущень щодо себе і світу); на рівні почуттів – в афектах, що блокують процеси живого переживання та призводять до зниження вітальності.

Підтвердженням вище сказаного є дані проведеного нами психологічного дослідження, спрямованого на вивчення особливостей переживання пілотами досвіду складних ситуацій у польоті. Дослідження проводилося на протязі 2013-2014 року у Ташкентському центрі аеронавігації авіакомпанії "Узбекські авіалінії". У дослідженні взяли участь 24 пілоти з льотним стажем від 10 до 20 років, що пережили екстремальні ситуації у польоті різного ступеню складності (важливо відмітити, що п'ятеро з них через нездатність подолати негативні наслідки пережитої ситуації пішли з льотної роботи і на момент дослідження працювали в різних технічних відділах авіакомпанії). За допомогою розробленої нами ретроспективно-аналітичної анкети нам вдалося отримати важливу інформацію, що стосується особливостей збереження пережитих екстремальних ситуацій в їх автобіографічній пам'яті і переробки отриманого досвіду. Виявилось, що пережиті екстремальні ситуації "розміщуються" у автобіографічній пам'яті більшості учасників дослідження на вершині піраміди найважливіших життєво-значущих ситуацій, а актуалізація спогадів про них практично завжди супроводжується негативними змінами емоційного стану. Більше того, ретроспективна оцінка учасниками своїх переживань в перші декілька місяців після пережитого дозволила зафіксувати наявність у більшості з них (у 78 %) психопатологічної симптоматики, що відображає складнощі переробки екстремального досвіду. Так, наприклад, для 82 % з зазначеної групи була характерна соматизація психологічної проблематики; у 64 % мали місце обсесивно-компульсивні, а у 68 % – інтерперсональні порушення, що проявлялися в інтенсивних переживаннях дискомфорту під час взаємодії з колегами, зниженням довіри до себе або до інших, переживанням власної провини та некомпетентності. У переважній більшості фахівців (84 %) було констатовано депресивну симптоматику, дефіцит життєвої енергії й мотивації; а тривожність перевищувала верхні межі інтервалу, характерного для посттравматичного стресового розладу. Зафіксовані Було зафіксовано й когнітивні порушення, які проявлялися у фіксації людини на окремих епізодах екстремальної події, тенденції до застрягання на переживаннях, думках і уявленнях щодо можливого негативного завершення екстремальної події, актуалізації думок про смерть, порушення здатності до осмислення того, що відбулося, містифікації події. Виявлено, що 77% досліджених впродовж перших місяців після пережитої екстремальної ситуації намагались ізолюватися від оточення, у тому числі, від близьких, друзів, родичів; в них мали місце порушення контролю, пов'язаного з целепокладанням і спрямованою вольовою активністю, зниження довіри до себе та впевненості у собі та своїх можливостей щодо управління життєвими подіями.

Отримані дані вказують на необхідність здійснення реабілітаційної роботи з авіаційними спеціалістами, спрямованої не тільки на покращення їх емоційного та мотиваційного стану, але й на гармонізацію цілісної системи їх

життєвих взаємодій. Реабілітологу важливо враховувати те, що результатом пережитих авіафахівцями екстремальних ситуацій стає не лише зміна відношення до професії, але і зміна світоглядної парадигми існування, перебудова її ціннісної і семантико-смислової системи, що супроводжується затяжними негативними станами, аж до переживання відчаю і втрати відчуття цінності власного життя. Тому найважливішим завданням реабілітаційної роботи з ними стає актуалізація їх життєтворчого потенціалу. Вирішення цього завдання потребує організації психологічної роботи, спрямованої на послаблення психологічних захистів, що блокують розвиток особистості, і активізації процесів смислоутворення, підвищенні мотивації до пізнання і розуміння зовнішнього і внутрішнього світу, власних обмежень і можливостей. Індикаторами процесу ефективності проведеної психологічної роботи є відновлення в особистості відчуття власної суб'єктності, відновлення переживання нею цінності і смислової наповненості життя, зниження відчуття провини і професійної невпевненості, пов'язаних з помилковими діями під час екстремальної ситуації. Важливим завданням реабілітолога є також допомога авіаспеціалістам у вдосконаленні системи саморегуляції. Її вирішення базується на уявленні про багатовимірність системи саморегуляції особистості, де нижчим є рівень психофізіологічної саморегуляції, а вищим - екзистенціальний рівень, або рівень самодетермінації (Д. Леонтьєв, О. Калітєвская). Вирішення цього завдання вимагає роботи, спрямованої на послаблення адаптивних тенденцій особистості і розвиток її здатності виходити за межі звичних смислів та готовності приймати життєві виклики.

При такому підході до реабілітації критерієм її ефективності буде не лише гармонізація емоційного стану фахівця і відновлення мотивації до діяльності, але, передусім, позитивна динаміка актуалізації його транспотенціалів, що проявлятиметься у гармонізації цілісної системи його життєвих взаємодій.

Список літератури

1. Личностный потенциал: структура и диагностика. – М.: Смысл, 2011. – 680 с.
2. Мазур Е. С. Экзистенциальные основы психотерапии травмы / Е. С. Мазур // Четвёртая Всероссийская научно-практическая конференция по экзистенциальной психологии: материалы сообщений [Под ред. Д. А. Леонтьева]. – М.: Смысл, 2010. – 180 с. – С. 127-140.
3. Рассказова Е. И. Копинг-стратегии в структуре личностного потенциала / Е. Рассказова, Т. Гордеева // Личностный потенциал: структура и диагностика. – М.: Смысл, 2011. – 680 с. – С. 267-299.
4. Сапогова Е. Е. «Обитель души»: экзистенциальное пространство субъекта / Е. Е. Сапогова // Третья Всероссийская научно-практическая конференция по экзистенциальной психологии: материалы сообщений [Под ред. Д. А. Леонтьева]. – М.: Смысл, 2007. – 187 с. – С. 106-111.

*R.Kh. Ashurbekov, Candidate of technical sciences,
D A. Islamov, H.U. Muhammad Olim
(Tashkent State Technical University named after I. A. Karimov, Uzbekistan)*

Comparative analysis of national cultural values of managers of 5 countries: USA, Germany, Russia, Kazakhstan and Uzbekistan

Such dimensions of national cultural values as Power Distance, Individualism-Collectivism, Uncertainty Avoidance are critical to ensure safety of flights. In this work results of comparative study of national cultural values of managers of USA, Germany, Russia, Kazakhstan and Uzbekistan on the levels of dimensions of national cultural values are described.

Introduction. The national culture is a predictor and moderator of thinking, behavior and results of activities of nations, layers of societies, social and economic indicators of countries and regions [1]. Culture identifies behavior of pilots, members of crew, stewards, dispatchers and on the land personnel of the air traffic management in usual and unusual situations [2, 3]. Such dimensions of culture as Power Distance, Individualism-Collectivism, Uncertainty Avoidance are critical for maintenance of safety of flights [2-4]. Hence, development and strengthening of knowledge about similarities and differences of national cultures of employees of civil aviation are necessary to ensure safety, regularity and efficiency of flights on the local and international routes.

Development of knowledge about similarities and differences of national cultures of countries which are co-operating with Uzbekistan is necessary to develop national economy of Uzbekistan including its civil aviation. In this work results of comparative analysis of national cultural values of managers of the USA, Germany, Russia, Kazakhstan and Uzbekistan are considered. All the main stages of comparative study of cultures which are provided in [5] are completed in this work. Research method and description of results of comparative study of cultures of managers of 5 countries are provided below.

Research method. To carry out this research the updated version of the value survey module - VSM 2008 which is developed by Geert Hofstede and his colleagues [6] has been chosen. Information about definition and dimensions of culture which are offered by authors are described in [6, 7].

Results of the comparative analysis of cultures of managers of the USA, Germany, Russia, Kazakhstan and Uzbekistan. Details of the comparative analysis of similarities and differences of cultures of managers of four countries are provided in [7]. That research has been expanded to the fifth country – Russia in [8]. In this work results which were obtained in [8] are developed. Quantitative values of indexes of dimensions of culture for the studied 5 countries are provided in the table below. Quantitative values of indexes of dimensions of culture for Russia are obtained by statistical treatment of answers of respondents-managers who live and work in various regions of Russia to the questions of the questionnaire of VSM 2008.

Results of the research shows that culture of managers of Russia differ with the widest Power Distance (PDI=54,67) and the least value of Indulgence to desires (IVR=41,73). Managers of Kazakhstan differ with the greatest values of Collectivism (100,00-14,14=85,86) and Masculinity (MAS=79,35). Managers of the USA differ with the biggest values of indexes of Individualism (IDV=54,56), Indulgence to desires (IVR=91,14), Monumentalism (MON=96,51) and the least values of Uncertainty Avoidance (UAI =13,32) and Power Distance (PDI= 28,25). Managers of Uzbekistan differ with the biggest value of Uncertainty Avoidance (UAI =122,15) and the least value of Masculinity (MAS=36,82), managers of Germany differ with the longest period in time orientation (LTO= 90,81) and the least value of Monumentalism (MON=24,50) among managers of five countries.

Quantitative values of indexes of Dimensions of culture
of respondents from USA, Germany, Russia, Kazakhstan and Uzbekistan

Countries Dimensions of culture	USA	Germany	Russia	Kazakhstan	Uzbekistan
Power Distance (PD)	28,25	29,40	54,67	32,66	30,39
Individualism-Collectivism (IND)	54,56	39,72	52,99	14,14	40,37
Masculinity-Femininity (MAS)	75,51	76,74	72,47	79,35	36,82
Uncertainty Avoidance (UA)	13,32	73,90	90,75	71,70	122,15
Long-term orientation (LTO)	45,27	90,81	50,34	33,43	63,49
Indulgence-Restraint (IR)	91,14	63,27	41,73	48,72	42,11
Monumentalism-Self-Effacement (MON)	96,51	24,50	57,93	72,18	93,32

Note: To avoid negative values of indexes of Dimensions of culture that could complicate their comparison in the Table indexes of Dimensions of culture MAS, UAI, LTO, MON are calculated with addition of +50, +110, +50, +40, accordingly.

Comparison of quantitative values of indexes of Dimensions of culture for five countries and discussion of obtained results. According to the technique of use of Value Survey Module VSM 2008 [6] quantitative value of the index of each dimension of culture is identified proportionally to the sum of distinctions of average quantitative values of answers of respondents for the two pairs of questions which reflect relations of respondents to two pairs of values of societies to which respondents are belong. Quantitative values of perceptions of respondents of these pairs of values jointly vary in time. Description and discussion of results of the

research is outlined below in the sequence of dimensions of cultural values as it is done in many published works [6-8].

Wide or narrow Power Distance. Quantitative values of the index of this dimension of culture have been calculated on the basis of relations of respondents to such values and behavioral installations which are connected with perception and relation of respondents to *afraid to contradict their direct supervisor, establishment of such structure of the organization in which the respondent-employee have two direct supervisors, style of decision-making by the supervisor and mutual relations of subordinates with supervisors.*

Comparison of quantitative values of indexes of this dimension of culture of 5 countries shows that the quantitative values of Power Distance for respondents from Russia is much bigger than its quantitative values for respondents from other four countries. The quantitative value of the index of this dimension of culture for respondents from Kazakhstan is bigger than its value for respondents from other three countries. The smallest value of the index of this dimension has turned out to be for respondents of the USA. There are no big differences between values of indexes of this dimension of culture for Uzbekistan, Germany and the USA.

Individualism or collectivism. For identification of quantitative values of the index of this dimension of culture relations of respondents to such cultural values as *fear of loss of job, having sufficient time for their personal or home life, respect of the job performed by the respondents by their families and friends, and also performance of interesting work by respondents* have been used.

Comparison of quantitative values of indexes of this dimension of culture for five countries shows that the quantitative value of the index of this dimension of culture for Americans is much bigger and collectivism of Kazakhs is much stronger than of respondents from other countries. Individualism of managers from Russia is less than Individualism of managers from the USA. Individualism of Uzbeks is stronger than of Germans. Quantitative value of the index of this dimension of culture of Germans is rather close to quantitative value of the index of this dimension of culture for Uzbeks. This indicator of respondents of both countries is much bigger than the value of the index of Individualism for Kazakhs.

Masculinity or femininity. For identification of quantitative values of the index of this dimension of culture relations of respondents to such values as *preference of work together with pleasant people, getting recognition for well performed work, an importance of living in desirable area and to have chances for promotion at work* have been used.

Quantitative value of the index of this dimension of culture for Kazakhs has appeared to be a little above than its quantitative values for Germans and Americans. Quantitative values of the index of this dimension of culture for these three countries are higher than its value for respondents from Russia. Quantitative value of the index of this dimension of culture for Uzbeks is the least one among respondents of five countries.

High or low degree of Uncertainty Avoidance. For identification of quantitative values of the index of this dimension of culture values and answers to questions which are related to description by respondents *of the state of their health these days, how often the respondent is nervous or feels tense, degree of consent of*

respondents with the statement about the possibility to be a good manager, even the manager do not have a precise answer to each question which subordinates can rise about their work, belief that to break the rules accepted in the organization is impossible, even if the worker considers that to break the rules operates in the best interests of the organization have been used.

Quantitative value of the index of this dimension of culture for Americans is the least and for Uzbeks – the highest among respondents of five countries. The index of this dimension of culture for managers of Russia is less than for Uzbeks and higher than for Germans. The quantitative values of the indexes of this dimension of culture for Kazakhs and Germans are approximately in the middle of the quantitative values of indexes for Americans and Uzbeks.

Long- or short-term orientation in time. For identification of quantitative values of the index of this dimension of culture values which are related to *the degree of a difference of the behavior of respondents at home and at work, a parity of frequency of use of accumulation and borrowing money on credit in the case of purchase of what the respondent really wants to buy, degree of the consent of respondents with the statement that in a society where he lives should honor heroes from the past and constant efforts is the right way to achieve results* have been used.

Comparative analysis of quantitative values of the index of this dimension of culture for respondents from five countries shows that Germans are oriented to the long-term in time than Uzbeks, Kazakhs, Americans and Russians. Orientation in time for Uzbeks is longer than of Kazakhs, Americans and Russians. Orientation in time of representatives of Kazakhstan is shorter than this indicator for other four groups of respondents.

Indulgence or Restraint. For identification of quantitative values of the index of this dimension of culture the values which are related to *moderation, having free time for fun, perception of how often other people or circumstances prevent the respondents to do what they really want to do and how often the respondents consider themselves as happy person* have been used.

Results of comparison of quantitative values of indexes of this dimension of culture for five countries shows that Indulgence to satisfaction of desires of Americans is much stronger than of Germans, Kazakhs, Uzbeks and Russians. Quantitative value of the index of this dimension of culture is the least one for Russians. Russians and Uzbeks differ with stronger restraint of their satisfaction of desires than other groups of respondents. Indulgence to desires of respondents of the Western countries (the USA and Germany) differs with the smaller restraint than this dimension of culture for respondents from Russia, Kazakhstan and Uzbekistan, who had a common history during the more than 74 years in the past as parts of the former Soviet Union.

Monumentalism or Self-Effacement. For identification of quantitative values of the index of this dimension of culture the following values were used: *modesty, to be generous to other people, to be proud to be a citizen of their country and also importance of religion in the life of the respondent.*

Results of comparison of quantitative values of indexes of the least known dimension of culture shows that Monumentalism of respondents from the USA has the highest value and of respondents from Germany the lowest value among

respondents from five countries. For Uzbeks this indicator is high enough. It is higher than for Kazakhs and Russians but it is less than of Americans.

Conclusion

Results of this research might be used in the development of such academic courses like Aviation Psychology, Human Factors in Aviation, Crew Resource Management of the Curricula of degree programs in Air Traffic Management and courses of training programs of continuing education to ensure safety of flights and also in investigations of aviation incidents caused by human factors.

Results of this comparative analysis of cultures can be used to carry out comparative analyses of cultures of these countries with cultures of other nations. These results are also useful for researchers, teachers and practical application oriented experts in the spheres of international management, business, marketing, communications, cross-cultural psychology, sociology, philosophy and other related spheres.

References

1. Taras, V., Kirkman, B. L., & Steel, P. Examining the impact of culture's consequences: A three-decade, multi-level, meta-analytic review of Hofstede's cultural value dimensions. *Journal of Applied Psychology*, 2010, 95(3), 405-439.
2. Helmreich, R. L. Building safety on the three cultures of aviation. In *Proceedings of the IATA Human Factors Seminar*. pp. 39-43. Bangkok, Thailand, August 12, 1998.
3. Helmreich, R.L., Merritt, A.C. *Culture at Work in Aviation and Medicine: National, Organizational and Professional Influences*. Ashgate, 2001.
4. Hofstede, G. *Culture's Consequences: Comparing values, Behaviors, Institutions and Organizations across nations*. 2001. Thousand Oaks CA. Sage publications.
5. С. Ковальски, Р. Х. Ашурбеков, Т. А. Зотова. Сравнительное исследование менеджеров четырёх стран: Формулирование гипотез. Материалы международной научно-практической конференции "Инновационные процессы в России и мире". Фонд науки и образования. Ростов-на-Дону, Россия. 2015. – стр.103-115.
6. VSM 08. Value Survey Module 2008. Manual by Geert Hofstede, Gert Jan Hofstede, Michael Minkov and Henk Vinken. Release 08-01, January 2008. 21pages. Downloaded in December 2008 from <http://www.geerthofstede.nl/>.
7. M. Majidi, R. K. Ashurbekov, A. Altaliyeva, S. Kowalski. Western and Central Eurasian Cultural Differences: Germany, Kazakhstan, the USA and Uzbekistan. *Organizational Cultures: An International Journal*. 2015. V.14, Issue 3-4, pp.1-20.
8. Ковальски С., Ашурбеков Р. Х., Арженовский И. В. Культуры менеджеров Германии, России, Казахстана, Узбекистана и США: сравнительный анализ. Сборник трудов по материалам III Международной научно-практической Интернет-конференции "Инновационные технологии в современном образовании". 18 декабря 2015 г. – М.: Издательство "Научный консультант", 2016. стр. 333-341.

*М.В. Фомич, канд. психол. н., доцент
(Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв чорнобиля НУЦЗ
України)*

Психологічна характеристика помилкових дій пожежних

Розглядається проблема помилкових дій пожежних при виконанні завдань за призначенням. Дано визначення дефініцій «помилка» та «помилкова дія» пожежних, розкрито їхній сутнісний зміст та класифікацію. Визначено детермінанти помилкових дій пожежних при виконанні професійної діяльності.

Оперативна діяльність пожежних являє собою сукупність дій, що спонукаються мотивом. У вітчизняній психології С.Л. Рубінштейн в якості головної структурної одиниці діяльності розглядав дію.

Дія – довільна, навмисна активність, реалізована на зовнішньому або внутрішньому плані і спрямована на досягнення усвідомленої мети [4].

Навмисність дії виникає тоді, коли пожежний приймає рішення про те, що образ майбутнього результату (акцептор результату) дії (наприклад: гасіння пожежі) відповідає мотиву його діяльності (виконання оперативного завдання; збереження власного життя і т.п.). Тоді цей образ дії набуває для нього особистісний зміст і виступає як мета.

У ході виконання дії відбувається контакт людини з предметним світом (у пожежного – з пожежно-технічним озброєнням, технікою), перетворення (зовнішнє або уявне) предметної ситуації (подача вогнегасних речовин) і досягаються ті чи інші результати (ліквідація пожежі).

Оперативні дії пожежних супроводжуються великою кількістю операцій, нерідко їм доводиться діяти на межі своїх можливостей. Фактори пожежі прискорюють втомлюваність, знижують психофізіологічні резерви, і відповідно сприяють виникненню помилкових дій.

Аналіз наукових праць свідчить, що помилкові дії являють собою елемент діяльності, що порушує її цілеспрямований перебіг і призводить до небажаного для діючої особистості результату (недосягнення мети). В основі помилкових дій, на думку вчених, лежить неправильне, несвоєчасне або неповне виконання операцій.

У свою чергу, під помилкою фахівця розуміють таке його діяння, нерациональну дію або бездіяльність, яке або призвело до відхилення керованих параметрів професійної діяльності за допустимі межі, або заборонено правилами (нормами), що її регламентують [3].

Існують кілька класифікацій помилок у діяльності фахівця. Однією з перших була класифікація Арістотеля, дана ним у книзі «Аналітика»: помилки в мові (словесні), помилки в мисленні (логічні). У епоху Відродження філософ Ф. Бекон в «Новому органоне» писав, що «помилки виникають в результаті різних ілюзій».

Велику увагу проблемі помилок приділяв Дж. Рабіда, він виділяв чотири групи помилок: помилки сприйняття (виявлення, ідентифікації,

інтерпретації); помилки мислення (міркування, прийняття рішення); помилки комунікації (передачі команд); помилки моторики (у простих і складних діях) [1].

Радянський психолог К.К. Платонов запропонував свою класифікацію помилок, що ґрунтується на чотирьох підставах: помилки сенсорного типу (пов'язані із сприйняттям інформації, з роботою різних аналізаторів і якість уваги); гностичні помилки (тобто помилки при переробці інформації, пов'язані насамперед з особливостями пам'яті, мислення); помилки виконавських реакцій (пов'язані з недостатньою активністю різних функцій, психомоторики і мовлення); помилки особистісного типу (пов'язані з проявом особливостей мотивації, характеру, вольових якостей, організаторських здібностей фахівця) [2].

Цікава і найбільш влучна, на наш погляд, класифікація помилкових дій на підставі їх стійкості. За цим критерієм виділяють такі помилкові дії: випадкові, тимчасові, періодичні, стійкі, звичні.

Випадкові помилкові дії є наслідком несподіваних, непередбачених перешкод у виконанні дії. Наприклад, пожежного, у процесі виконання оперативних дій з гасіння пожежі, можуть вивести з рівноваги крики потерпілих (особливо дітей), несподіваний вибух та ін. У результаті втрати обачливості він може бути травмований будівельними конструкціями, що падають, чи уражений оголеними комунікаціями.

Якщо такі помилки виявляються неодноразово, то психологу слід звернути увагу на професійну придатність пожежного. Причиною помилок тут можуть бути нестійкість уваги, відсутність вольових якостей або мотивації до діяльності.

Тимчасові помилкові дії обумовлені незнанням порядку і правил виконання дії; відсутністю стійких навичок роботи з технікою, озброєнням; переживанням дистресу, астенізації, перевтомою, пов'язаними, наприклад, з незавершеним процесом освоєння діяльності, неадаптованістю до професійного середовища та ін.

Періодичні помилкові дії проявляються в конкретних ситуаціях оперативної діяльності, що викликають порушення психічної діяльності пожежного.

Їх причиною можуть бути емоційні травми, викликані фактом колись зробленої помилки, які породжують фобію повторити помилку знову і супроводжуються надмірним напруженням. Так, пожежний, що одного разу припустився помилки в передачі повідомлення керівнику гасіння пожежі і отримавши від нього сильний «наганяй», всякий раз помиляється саме через страх помилитися.

Стійкі помилки постійно проявляються в конкретній дії. Такі помилки зустрічаються рідко, так як за ними, як правило, йдуть організаційні рішення (перевод пожежного на іншу посаду).

Звичні помилки виражаються в постійному виконанні яких-небудь дій іншим («не за правилами») способом. Вони до певного часу можуть не помічатися, ігноруватися, але одного разу «прориваються» серйозним збом у спільній діяльності.

У кожній помилковій дії може бути одна або декілька причин. Так, вітчизняні психологи, що займалися вивченням соціально-психологічних

детермінант помилкових дій фахівців екстремального профілю відзначають, що головною причиною виникнення помилкових дій у професійній діяльності фахівців-водолазів є неузгодженість вимог особистості до даної професії та порушення у структурі особистості, що виникають у результаті невідповідності особистісних особливостей умовам даної діяльності [5].

Узагальнюючи різні наукові підходи до детермінації помилкових дій, можна виділити такі основні причини помилок у діяльності пожежних: а) причини, зумовлені зовнішніми (об'єктивними) обставинами: складність виконання тих чи інших операцій, складність суміщення деяких малосумісних дій, завищені вимоги до точності і швидкості виконання операцій, відсутність можливості контролю за якістю виконання дії; б) причини, пов'язані з поточним станом працездатності пожежного: фізичне нездужання, стомлення, несприятливі психічні стани; в) недостатня готовність пожежного до діяльності або дій в конкретній обстановці; г) негативно засвоєна навичка; е) недоліки у розвитку професійних якостей.

Для вивчення помилкових дій фахівців, сьогодні науковці використовують системний підхід до їх аналізу.

Методологічною основою психологічного аналізу помилкових дій є теоретична концепція людського фактора, під яким розуміється сукупність професійних фізіологічних, антропометричних, психологічних і соціальних можливостей і обмежень людини, неврахування яких в конструкції пожежного озброєння, техніки, способах і тактики їх застосування може призвести до помилкових дій.

Висновок

Таким чином, помилкові дії пожежних являють собою елемент діяльності, що порушує її цілеспрямований перебіг і призводить до небажаного для фахівця результату (недосягнення мети з локалізації та ліквідації пожежі). Підґрунтям таких дій є неправильне, несвоєчасне або неповне виконання операцій. Помилкові дії пожежних поділяються на випадкові, тимчасові, періодичні, стійкі, звичні. Основним методом вивчення помилкових дій пожежних є їхній психологічний аналіз.

Список літератури

1. Караяни А.Г. Прикладна військова психологія / А.Г. Караяни, І.В. Сиромятников. – СПб. : Пітер, 2006. – 480 с.
2. Платонов К.К. Вопросы психологии труда / К.К. Платонов. – М. : Медгиз, 1970. – 264.
3. Пономаренко В.А. Психология человеческого фактора в опасной профессии / В.А. Пономаренко. – Красноярск, 2006. – 618 с.
4. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – М. : Наука, 1972. – 423 с.
5. Соціально-психологічні детермінанти помилкових дій у професійній діяльності фахівців водолазних формувань аварійно-рятувальних підрозділів МНС України : монографія / [Лебедев Д.В., Лебедева С.Ю., Тімченко О.В. та ін.]. – Х. : УЦЗУ, 2009. – 216 с.

Проблеми формування практичного досвіду операторів критичних технологій екстремальних професій

В статті розглядаються проблеми підготовки операторів екстремальних професій на прикладі авіаційної системи в під час проведення тренажерної підготовки екіпажа до діяльності в екстремальних ситуаціях

Завдяки науковому прогресу надійність технічної складової сучасної техніки і виробництв зростає. Разом з тим діяльність людини в безпечному функціонуванні складної технічної системи (СТС) залишається критичною. Головною причиною в цьому є збереження психофізіологічних властивостей людини до помилкових дій. Прикладом в цьому є процеси авіаційні системи де три із чотирьох інцидентів пов'язані з діяльністю людини [1].

Мета дослідження полягала у визначенні шляхів формування професійної надійності людини в її діяльності в екстремальних професіях.

Враховуючи що стиль життя людини це методи «спроб і помилок», ми сприймаємо ці властивості, як фактори пов'язані зі змінами обставин зовнішнього і внутрішнього середовища і власне характеристик людини, які мають приймати та реалізовувати свої рішення в умовах дефіциту часу та різного психоемоційного стану [1,2]. Досвід компанії Аеробус показав, що в нормальних умовах екіпаж допускає 3-5 некритичних помилок (ведення радіообміну, пропускання команд і т.п) в годину, що в цілому не впливає на безпечне завершення польоту, але вносить додаткові психоемоційні навантаження [2]. Доречі, впровадженні системи управління безпекою польотів - CRM (філософії безпечного існування авіаційної системи) має на меті саме попередження і виправлення помилок від членів екіпажу і до усіх рівнів функціонування авіаційної компанії [2]. Вищесказане ще раз підтверджує необхідність формувати знання, уміння, навичок операторів (пілота) особливо до дій в нештатних ситуаціях (НС). Зрозуміло, що таке навчання може бути під силу тільки за умови використання сучасних моделей і комп'ютерних технологій.

Знання про помилкові дії операторів і вихід з них мають накопичуватися в базі знань для аналізу недопустимих дій і виключення їх повторення. Якщо екіпаж має відповідний рівень підготовки та час на оцінку НС, навіть катастрофічна ситуація може бути поетапно переведена в аварійну, складну і вихід із неї, навіть коли технічними нормативними правилами даного ЛА вона не передбачена [1,4]. Що власне є метою тренажерної підготовки пілота, екіпажа і служб забезпечення польотів. Протоколювання параметрів польоту і психофізіологічного стану оператора дає можливість створення образу надійності оператора (операторів) кожного етапу і всього польоту. Це і є варіанти дій і нові знання, а відпрацювання дій в НС при дефіциті часу на прийняття і реалізації рішення в НС є метою створення умов

для формування нових навичок і стереотипу правильних дій. Тобто стереотип, як основа автоматизованих навичок, сприятиме вправності здійснення операцій, в аварійній ситуації переключення уваги з режиму репродуктивного функціонування на продуктивний, тобто перешкоджає створенню невизначеності нового рішення [3,5].

Моделювання обставин і діяльності оператора, як особистості екстремальної професії, дозволить оцінювати і прогнозувати успішність професійної його діяльності. При цьому використовуючи пасивні і активні методи дослідження процесів діяльності оператора з використанням інструментарію (приладів, опитування і т.п.) дозволить формувати методики підготовки і контролю [3]. Математична модель успішності при цьому розглядається як деяка ймовірна величина Y , що залежить від значення x_i властивостей оператора (якостей) $X_i (i=\overline{1, n})$, що характеризують його особистість і дозволяє створити образ готовності до діяльності [3,4,5]. Для описання діяльності оператора методи описання два способи: - за допомогою рівняння успішності; - за допомогою структурограми [3]. При цьому рівняння успішності – як множинна регресія в стандартному масштабі матиме вигляд [3]:

$$Y = \sum_{i=1}^N B_i x_i,$$

де Y – числове значення успішності; B_i – вагові коефіцієнти.

Фактично самі процеси діяльності оператора взаємопов'язані з зовнішнім середовищем, станом і достовірність системи відображення інформації всіх сфер: технічного, середовища, людського, зовнішнього і того стану динаміки в якій виявився літальний апарат на цей час (зміни швидкості, висоти, прискорення по трьом осям, кути тангажа (атаки), крен, і т.п.). Звичайно, сам літальний апарат, як інтегрований комплекс, має свої особливості, що характеризуються станом систем: паливної, масляної, гідравлічної, повітряної і інших (за якими спостерігає і втручається пілот та впливають на його психофізіологічний стан [1,5]). Модель діяльності оператора може бути представлена сукупністю імовірних явищ і подій, включаючи й психофізіологічний стан оператора на час виконання польоту [3]:

$$D = \sum_{r=1}^m \left[\sum_{i=1}^l \left(\sum_{j=1}^n A_{rij} f_{rij} \right) f_{ri} \right] f_r,$$

де D - надматриця, що відображає модель діяльності оператора, l кількість задач, m режимів роботи і n способів рішення кожної задачі; A_{rij} – підматриця j – i реалізації i – го часткового алгоритму в r - ому режимі ($j = \overline{1, n}; i = \overline{1, l}; r = \overline{1, m}$);

f_{rij}, f_{ri}, f_r - частота j -го способу i – ї задачі і r -го режиму роботи відповідно [3].

Висновки

Таким чином, вищесказане відображає психофізіологічний стан і можливості діяльності оператора, що дозволить в подальшому створювати фізичні моделі діяльності оператора в процесах, як інтегрованого сценарію епізодів для всіх систем літального апарату. Сказане стає особливо актуальним при тренуванні пілота (оператора) для дій в нештатній ситуації і формування психологічної стійкості до нових викликів в польоті. Можливість завчасно створеного образу з використанням математичної моделі діяльності оператора найдоцільнішим буде при підготовці до тренажного розіграшу польоту і є актуальним для формування досвіду оператора в базі знань і надійності в професії.

Список літератури

1. Лебедев В.И. Личность в экстремальных ситуациях. — М., 1989 [Эл. ресурс]- режим доступа:// www.aquagun.ru.
2. Програми підготовки льотного персоналу: CRM, LOFT, CFIT, ALA.- [Эл. ресурс] – режим доступа:/ <https://prezi.com/sjw61wt1sme/crm-loft-cfit-ala/> .
3. Смирнов Б.А., Тиньков А.М. Методы инженерной психологии. Х.: Изд-во «Гуманитаный Центр», 2008.-528 с.
4. Експерименти в загальній психології та психофізіології. [Эл. ресурс] - режим доступа:/ psyphy2007.narod.ru/pervkontr.htm
5. Моделирование и эксперимент в психофизиологии. [Эл. ресурс] – режим доступа:/ebooktime.net/book_31_glava_40_2.3.2._P...P.html

*В.В. Злагодух, канд.психол.н.,
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Особистісна відповідальність як чинник розвитку саморегуляції професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю

В статті представлені результати емпіричного дослідження психологічних показників особистісної відповідальності та встановлено їх вплив на розвиток саморегуляції професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю.

Економічна могутність будь-якої держави залежить від кадрового складу фахівців різних галузей. Розвиток їхнього професіоналізму потребує високої якості підготовки. Особливо відповідальними є професії, від яких залежить людське життя та психологічний комфорт громадян, зокрема діяльність операторів авіаційного профілю. Помилки в діяльності фахівців авіаційної галузі статистично пов'язують з людським фактором, в тому числі з низьким рівнем саморегуляції професійної діяльності особистості. Саморегуляція особистості відіграє важливу роль у здатності виконання професійних завдань, в усвідомленні можливих катастрофічних наслідків, спричинених помилковими професійними діями фахівця.

Аналіз наукової літератури, присвяченої розвитку саморегуляції особистості, свідчить, що цей процес є одним із основних у набутті фахових знань, умінь та навичок, у формуванні професійної ідентичності молодой людини, мотивації, емоційно-вольової сфери, професійно важливих якостей та здібностей. Саме юнацький вік є сенситивним для розвитку саморегуляції професійної діяльності майбутніх фахівців.

Проблеми саморегуляції особистості присвячені праці таких учених, як К.О. Абульханова-Славська, Б.Г. Ананьев, М.Й. Боришевський, Л.Г. Дика, Н.Д. Завалова, Д.М. Завалишина, Т.В. Кириченко, О.О. Конопкін, О.М. Леонтьєв, Б.Ф. Ломов, С.Д. Максименко, Ю.О. Миславський, В.І. Моросанова, О.К. Осницький, В.В. Плохих, Н.І. Пов'якель, В.О.Пономаренко, С.Л. Рубінштейн, О.Я. Чебикін та ін.

Окремі проблеми розвитку саморегуляції розкриваються у працях Н.В. Гулої, Ю.М. Жукова, О.М. Леонтьєва, В.В. Плохих, О.П. Саннікової, С.П. Тетерук, В.М.Ямницького та інших. Г.О. Ковальов, Т.В. Кириченко, О.М. Леонтьєв, Л.В. Помиткіна та ін. розглядали проблеми комунікативної саморегуляції. Особливості розвитку саморегуляції як довільної активності, поведінки, навчальної діяльності та комунікації майбутніх фахівців висвітлені в дослідженнях В.К. Каліна, С.М. Миронця, В.І. Моросанової, Г.С. Пригіна, Н.І. Сидоренко, С.П. Тетерук та ін.

Розвиток процесу усвідомлюваної саморегуляції у майбутніх операторів авіаційного профілю може сприяти виробленню гармонійної поведінки, розвитку вміння управляти собою відповідно до поставленої мети, розвитку вміння скеровувати власну поведінку у відповідності з вимогами

життя, професійними чи учбовими задачами. Індивідуальні особливості саморегуляції можуть складати індивідуальний профіль виразності основних регулятивних компонентів.

Під дією особистісних, характерологічних особливостей людина виробляє свій індивідуальний стиль саморегуляції, який сприяє вищій ефективності виконання діяльності та виробленню оптимальних способів досягнення успішності в ній. Звісно, можна чекати, доки відповідні якісні зміни в процесах саморегуляції довільної активності юнака відбудуться природним шляхом (тобто шляхом накопичення та узагальнення досвіду роботи в нових умовах), але такі зміни повинні цілеспрямовано формуватися ще на етапі первинної професійної підготовки фахівців у вищих навчальних закладах.

Саморегуляція професійної діяльності у майбутнього оператора авіаційного профілю – це усвідомлений процес побудови, підтримки та управління різними видами і формами довільної активності, що безпосередньо реалізує досягнення поставлених цілей у процесі виконання професійного завдання.

Особистісна відповідальність (мотивація виконання відповідальних справ задля соціального схвалення або власного задоволення, свідомий підхід до виконання завдань, адекватне оцінювання своїх можливостей під час виконання відповідальних справ) в нашому дослідженні розглядається як показник внутрішньої саморегуляції та самодетермінації зрілої особистості, що опосередкована ціннісними орієнтаціями та виявляється в усвідомленні людиною причин здійснювальних вчинків і їх наслідків та в контролі своєї здатності бути причиною змін у навколишньому світі.

Емпіричне дослідження проводилось в декілька етапів на базі Національного авіаційного університету.

У результаті регресійного аналізу встановлено, що на розвиток регулятивно-процесуального компонента саморегуляції професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю найбільше впливають: розуміння суті виконуваного завдання студентами, усвідомленість та сприйняття майбутньої професійної діяльності на 27% ($r=0,01$) тобто мотиваційна складова особистісної відповідальності. Розвиток регулятивно-особистісного компонента саморегуляції професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю пояснює мотиваційна складова особистісної відповідальності за параметрами соціоцентричності на 25,6% ($r=0,02$). Розвиток результативного компонента саморегуляції професійної діяльності у майбутніх авіаційних фахівців пояснює мотиваційна складова особистісної відповідальності за параметрами соціоцентричності на 16,8% ($r=0,011$), сформованість світогляду та уявлення студентів щодо власного майбутнього, продуктивна складова особистісної відповідальності у комунікативній сфері на 16,5%, ($r=0,121$) та продуктивна складова особистісної відповідальності, яка пов'язана з особистісними труднощами.

Висновки

Отже, визначено, що особистісна відповідальність є одним із вирішальних чинників саморегуляція професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю. З метою підвищення надійності професійної діяльності майбутніх операторів авіаційного профілю необхідно підчас їх підготовки у вищому навчальному закладі враховувати мотиваційну, регулятивно-вольову та когнітивну складову особистісної відповідальності.

Список літератури

1. Абульханова-Славская К.А. Личностные механизмы регуляции деятельности / Проблемы психологии личности / К. А.Абульханова-Славская. – М.: Наука, 1982. – С.32– 41.
2. Злагодух В.В. Особливості розвитку саморегуляції професійної діяльності у майбутніх операторів авіаційного профілю / В.В. Злагодух // Проблеми сучасної психології. – 2016. – № 1(9) – С. 36–42.
3. Моросанова В.И. Личностные и когнитивные аспекты саморегуляции деятельности человека / В.И. Моросанова, И.В. Плахотникова, Е.А. Аронова и др.]. – М.: Психологический ин-т РАО, 2006. – 320с.
4. Прядеин В.П. Диагностика ответственности: науч.пособие / В.П.Прядеин – Екатеринбург, 1995 –84 с.

М.П.Полухіна, аспірантка (кафедра авіаційної психології Навчально-наукового Гуманітарного інституту НАУ, Україна)

Психологічні особливості професійного становлення фахівця в особливих умовах діяльності

У статті подані результати теоретичного дослідження проблеми психологічних особливостей професійного становлення осіб, чия діяльність проходить в особливих умовах. Теоретичний аналіз проблеми показав, що професійне становлення особистості – це процес її прогресивної зміни внаслідок соціальних впливів, професійної діяльності і власної активності, спрямованої на самоудосконалення і самоздійснення.

Професійне становлення – це формування професійної спрямованості, компетентності, соціально значущих та професійно важливих якостей і їх інтеграція, готовність до постійного професійного зростання, пошук оптимальних прийомів якісного і творчого виконання діяльності у відповідності до індивідуально-психологічних особливостей людини [2].

У вітчизняній науці психологічним проблемам дослідження діяльності працівників ризиконебезпечних професій приділяли увагу: як дослідження професійного розвитку фахівців екстремального профілю (В.О.Лефтеров), психологічного забезпечення діяльності корабельних спеціалістів (М.С.Корольчук), професійного стресу працівників ОВС (О.В.Тімченко), соціально-психологічних основ збереження психічного здоров'я військових (Є.М.Потапчук), психологічних аспектів саморегуляції рятувальників (Г.С.Грибенюк), збереження здоров'я і працездатності осіб, що піддавалися впливу факторів екстремальних ситуацій (Г.С.Дунін, Ю.А.Олександрівський, А.І.Воробйов, М.Є.Зеленова, І.О.Котеньов, А.Г.Маклаков, С.В.Чермянін) та ін.

За визначенням О.Р.Охременко, діяльність в особливих умовах розглядається як діяльність за умов впливу стресових подразників високої інтенсивності, при цьому спостерігається зіткнення індивіда зі стресогенними стимулами, формування фізіологічних, поведінкових і суб'єктивних реакцій на них. Основним критерієм, за яким діяльність класифікують як діяльність в особливих умовах, є ушкоджувальний вплив стресорів [10].

Характеризуючи діяльність в особливих умовах, Б.А.Смирнов наводить наступні її умови: епізодичність, нетривалість впливу екстремальних чинників, прояв психічної напруги, відбуваються коливання працездатності людей, які залежать від індивідуально-психологічних особливостей, наявності інформації про події, рівня підготовленості та «тренованості», розвитку морально-вольових якостей тощо [12].

Найважливішою умовою діяльності в особливих умовах вчені відзначають емоційну сферу, оскільки емоції, які виникають в результаті відтворення особистістю дійсності, впливають на перебіг психічних процесів та станів, на прояви ефективності її професійної діяльності. Зміст емоцій може впливати на глобальні форми взаємодії суб'єкта з оточенням та на параметри

активності, пов'язані з професійною діяльністю. Особливі умови діяльності, а саме їх підвищені запити до фахівця, можуть викликати виснаження чи астенизацію, призвести до небезпечних помилок у виконанні службових обов'язків. Окрім того, діяльність в особливих умовах завдає руйнівного впливу на особистість і провокує професійну деформацію, емоційне вигорання тощо, викликаючи психосоматичні розлади особистості.

Отже, професійна діяльність осіб, що виконують свої функціональні обов'язки в особливих умовах, є складним та важливим напрямом, який вимагає тривалого та наполегливого процесу підготовки кваліфікованих спеціалістів. Розглянемо основні аспекти професійного становлення фахівця в особливих умовах діяльності, що існують на даний час.

Нагадаємо, що Е.Ф.Зеєр розглядав професійне становлення як безперервний процес прогресивної зміни особистості під впливом соціальних чинників і власної активності в самовдосконаленні [3]. На думку вченого, становлення особистості обов'язково передбачає формування потреби в розвитку, де центральною проблемою становлення особистості є перехід від нижчої стадії розвитку до вищої. Сутність особистості, джерела її розвитку, творчої активності перебувають в суспільстві, соціальному середовищі, і саме середовище, цілеспрямоване навчання і виховання формують психічні можливості людини. Тому проблема рушійних сил особистості – це проблема взаємодії, взаємовпливу зовнішнього, соціального середовища і особистості; ця взаємодія обумовлена в тому числі і професійним досвідом особистості. Саме тому фахівець повинен сам свідомо розвивати свої власні потенційні задатки і можливості, займатися самовихованням, в тому числі професійним.

Отже, процес професійного становлення, на думку вчених-дослідників, завжди мотивований середовищем, громадськими відносинами в сфері професійної діяльності. У зв'язку з цим важливою умовою становлення особистості фахівця виступає його соціально організована діяльність. При цьому не можна ігнорувати біологічну сутність людини. Природні особливості людини не є рушійними силами розвитку особистості фахівця, вони служать лише передумовами, але істотно впливають на її розвиток. Вплив біологічного на розвиток особистості дуже значний. Підтвердженням тому є професійно-фізична підготовка, яка є складовою частиною в системі професійної підготовки фахівців, чия діяльність проходить в особливих умовах.

Розглядаючи процес професійного становлення фахівця в особливих умовах діяльності, вчені відмічають наступні провідні фактори формування спеціалістів: навчання і виховання, службова діяльність в системі безперервної освіти; соціальна активність особистості фахівця; професійне самовиховання. Таким чином, важливими аспектами професійного становлення осіб, чия діяльність протікає в особливих умовах, є, з одного боку, нагромадження, збагачення, розвиток професійних знань, умінь, набуття досвіду роботи, а з другого, – передбачає соціалізацію особистості співробітника в професійне середовище. У цьому випадку соціалізація особистості є не що інше, як входження, ідентифікація особистості з професійною сферою, включення професійних цінностей в особистісний простір. Інакше кажучи, мова йде про соціально-професійне становлення особистості.

По-друге, професійне становлення молодих співробітників відбувається в умовах, які супроводжуються підвищеними психофізіологічними навантаженнями, що вимагає надання кваліфікованої психолого-педагогічної підтримки. Загальна психологічна характеристика проблем, з якими стикаються молоді співробітники, може бути описана таким чином: невизначеність ситуації (неповнота або суперечливість інформації, розпоряджень і наказів, відсутність чітких пояснень, неможливість прогнозувати розвиток ситуації); ускладнення ситуації (необхідність оперативного вирішення додаткових завдань, відсутність необхідних навичок і алгоритмів дій у складних оперативних ситуаціях); постійна готовність до виникнення нових ситуацій і, відповідно, внутрішня психологічна напруженість, нездатність самостійно позбутися психологічного стресу; ризик, пов'язаний з виконанням службових обов'язків.

По-третє, професійне становлення в особливих умовах діяльності – це тривалий та наполегливий процес, що, в окремих випадках, за дуже складної спеціальності може тривати до досягнення стадії майстерності більше 20 років. Після досягнення межі за віком організація повинна звільнити спеціаліста, незважаючи на його досвід та вміння, оскільки здоров'я з роками менше, а вимоги все ті ж. Так, 20-25 років наполегливого розвитку професіонала та його особистих досягнень організація втрачає назавжди.

По-четверте, система мотивації персоналу до професійного становлення. Так, наприклад, серед більшої частини спеціалістів сучасних силових відомств, зазначає М.В.Савчин, не менше, ніж 40% служать лише через матеріальні мотиви (при цьому, рівень оплати їх не задовольняє), а до 30% не здатні самостійно виконувати завдання служби через домінування мотиву уникнення невдачі та небажання щось робити для професійного зростання [11]. Окрім матеріальної складової слід додати засоби нематеріальної мотивації, які О.А.Куций згрупував наступним чином [5]: 1. Стабільність професійного середовища, яка позитивно впливає на комунікативні процеси. 2. Стабільність власного становища або місця, що сприяє комунікації та виробленню нових задач. 3. Позитивна атмосфера у колективі. 4. Неформальні стосунки з колегами та керівництвом, що спрямоване на вирішення проблем з залучення персоналу до процесів виробництва. 5. Значимість та змістовність роботи, що спрямована на залучення, заохочення, нові задачі. 6. Визнання заслуг спеціаліста. 7. Кар'єрне зростання. 8. Професійний розвиток. 9. Можливість творчості. Таким чином, невикористаним залишається потенціал матеріального та засобів нематеріального стимулювання, які здатні сприяти формуванню компетентного персоналу, їх професійному становленню.

По-п'яте, ще одним важливим аспектом професійного становлення осіб, що виконують свої функціональні обов'язки в особливих умовах, є гендерні стереотипи. Так, у силових відомствах прийнято дискримінувати потенційні можливості жінок щодо діяльності в особливих умовах, забуваючи про той факт, що жінки швидше пристосовуються до нових умов і в тих галузях, де старі правила не діють. Основні гендерні стереотипи, що стосуються професійного становлення жінок, пов'язані з статевою роллю соціалізацією, соціальними стереотипами, устроєм соціуму. Соціально-

психологічні дослідження показали, що жінки не менше за чоловіків зацікавлені в професійному становленні, просуванні по службі і підвищенні свого освітнього рівня, володіють не меншим почуттям відповідальності тощо. Здійсненню жіночої кар'єри об'єктивно «заважає» природна біологічна роль жінки, пов'язана з необхідністю суміщення службових, подружніх і батьківських функцій [9].

Висновки

Під професійним становленням особистості науковці розуміють процес її прогресивної зміни внаслідок соціальних впливів, професійної діяльності і власної активності, спрямованої на самоудосконалення і самоздійснення. Крім того, професійне становлення – це процес, у результаті якого людині вдається зберегти якість і рівень своїх професійних навичок і умінь впродовж життя. Тобто, недостатньо стати професіоналом один раз, для цього потрібний постійний професійний розвиток особистості. Професійне становлення має бути не обов'язком або формальністю, а образом мислення, корисною звичкою. З позицій громадських інтересів, професійний розвиток людини можна також розглядати як один з пунктів кодексу професійної етики: людина, яка не самоудосконалюється, не може бути визнана професіоналом.

До психологічних особливостей професійного становлення фахівця, чия діяльність проходить в особливих умовах вчені відносять: безперервний розвиток професійних знань, умінь, набуття досвіду роботи, професійне самовиховання, достатня адаптивність до підвищених умов психофізіологічного навантаження, система мотивації персоналу до професійного становлення, врахування гендерних стереотипів, соціалізація особистості співробітника в професійне середовище.

Список літератури

1. Ангеловский А.А. Профессиональное развитие личности: психолого-педагогические и социально-философские факторы становления профессионала // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. № 2-3.
2. Зеер Э.Ф. Психология профессий: Учебн.пособие. – 3-е изд., перераб.и доп. – М.: Академический Проект, Фонд «Мир», 2005. – 336 с.
3. Зеер Э.Ф. Профессиональное становление личности инженера-педагога. – Свердловск: Изд-во Уральского университета, 1988. – 120 с.
4. Кокун О.М. Психологія професійного становлення сучасного фахівця: Монографія. – К.: ДП «Інформ.-аналіт.агенство», 2012. – 200 с.
5. Куций О.А. Психологія кар'єри : [курс лекцій] / Куций О. А. – Львів: ЛДУВС. – 128 с.
6. Кудрявцев Т.В. Исследование психологических особенностей профессионального становления. – М.: 1988. – С.82 – 85.
7. Маркова А.К. Психология профессионализма. – М.: "Знание", 1996. – 308 с.
8. Миронова Т.Л. Самосознание профессионала. – Улан-Удэ: 1990. – С.90.

9. Могилевкин Е.А. Карьерный рост: диагностика, технологии, тренинг: [монография] / Е. А. Могилевкин. – Спб. : Речь, 2007. – 336 с.
10. О.Р.Охременко. Психологічні закономірності адаптації особистості до особливих умов діяльності [Текст]: дис... д-ра психол. наук: 19.00.09 / Охременко О.Р.; Національна академія оборони України. - К., 2005. - 473 арк.
11. Савчин М.В. Готовність офіцера до професійно-управлінської діяльності / М. В. Савчин, Ю. О. Царьов // Проблеми загальної та педагогічної психології: збірник наукових праць Інституту психології ім. Г. С. Костюка АПН України / За ред. С. Д. Максименка. – 2006. – Т. VIII, вип.6. – С. 243–250.
12. Смирнов Б.А. Психология деятельности в экстремальных ситуациях / Б.А. Смирнов, Е.В. Долгополова. – Х.: Изд-во Гуманитарный Центр, 2007. – 292 с.
11. Сыманюк Э.Э. Психологические барьеры профессионального развития личности. Практико-ориентированная монография. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. – 252 с.

Теоретичний аналіз наративу як способу дослідження індивідуальності майбутніх авіаційних фахівців

У тезисах наводиться аналіз наративного підходу найбільш відомого у наш час, серед інших підходів практичної психології. В межах даного підходу розглядається особистість з її індивідуальним внутрішнім наповненням, досвідом, до якого можна наблизитись через наратив. Наратив можна розглядати як універсальний спосіб дослідження індивідуальності особистості майбутніх авіаційних фахівців.

Наративну психологію вважають одним з найбільш сучасних та актуальних напрямків практичної психології, що має сформоване теоретичне підґрунтя та практичні розробки вивчення особистості. У межах даного напрямку особистість розглядається як розповідач історій, і центральну та конструктивну роль виконує мова. Тому актуальною стає проблема представлення індивідуального внутрішнього світу людиною та способів його виміру.

Базовий принцип наративної психології проголошує, що особистість розуміє себе через мову, через розмови та письмо, і через ці процеси особистість постійно конструює себе (Н.В. Чепелева, Дж. Брунер, Й. Брокмейер, Р. Хараре). Так, зв'язок прояву індивідуального внутрішнього світу, досвіду особистості та мови підкреслюється багатьма науковцями: мова може стати об'єктивним сховищем великих накопичень смислу та досвіду і через мову весь світ може бути актуалізований в будь-який момент (Д. Фридман, Дж. Комбс, 2001); людська мова дуже рано, мимоволі й природно для людини, стає живим носієм людського досвіду, причому одночасно досвіду загальнолюдського та суб'єктивного (О.М. Лактіонов, 1998), який поєднується в інтерпретації пережитого у певних обставинах, випадках, подіях.

Наративна психологія постулює ідею, що індивідуальний внутрішній світ та досвід людини є означеними і для їх розуміння необхідно прояснити систему значень. Здатність особистості описати себе та свій життєвий шлях у вигляді єдиної розповіді дозволяє вибудовувати нові можливості розуміння та обмірковування важких та диференційованих контекстів особистого досвіду, де суб'єктивні переживання трансформуються в рефлексивні змісти в момент їх розгортання, означення та опредметнення в формі саморозповіді або наративу. Наратив – це розповідь суб'єкта (в письмовій або усній формі) про найважливіші події із власного життя на певному відрізку часу, які відтворюють світосприйняття та ставлення людини до дійсності. Наратив має відбиток індивідуальної своєрідності автора розповіді, що відображається у відтворенні змістовної частини події та у виборі тієї чи іншої події з безлічі інших подій особистого та професійного життя.

Індивідуальна своєрідність може проявитись і тоді, коли людині самій доведеться надавати оцінку пережитим подіям, власним рішенням, здобуткам або недоробкам, використовуючи саморозповіді. Проте «викривлення» тексту може не усвідомлюватись суб'єктом, тому конструктивним завданням є відновлення порушених зв'язків або допомога у створенні нового власного тексту. Важливо «дати» автора, тобто допомогти людині взяти на себе відповідальність за особистий текст-історію, відчуті себе автором не тільки власної «історії», але й свого життя (Н.В. Чепелева, 2002). Залежно від того, як люди все більше і більше звільняють своє минуле від впливу проблемно-домінуючих історій, вони отримують можливість передбачати, чекати та планувати менш проблемне майбутнє (Д. Фридман, Дж. Комбс, 2001), і таким чином структурувати та додавати нове в історію свого життя.

Історія життя у формі тексту-нарративу виступає як об'єднаний цілісний погляд людини на власне життя, що складається з пам'ятних фрагментів (подій) та їхнього індивідуального інтерпретування. Така розповідь структурує наше сприйняття світу та самих себе, упорядковує досвід, підкреслює індивідуальність особи. Наявність у нарративі знань, цінностей, подій минулого не дає можливості особистості змінити обставини її розвитку, але ж дозволяє зробити інше – змінити уявлення про себе. Адже людина в якості суб'єкта дискурсивної практики виступає в ній не як статично дане буття, а як суб'єкт акту самоствердження, самотворення самого себе (С.Д. Максименко, 2000), у чому, власне, й проявляється індивідуальність особистості.

На думку науковців, індивідуальність, – «індивід як суб'єкт свого життєвого шляху, унікальна самобутня особистість, що реалізує себе у життєтворчості» [5, с.42]. Виходить, що творчий компонент повсякчас включений, вплетений у життєвий процес, у життєдіяльність людини, в якій проявляється її індивідуальна своєрідність. Спосіб життєдіяльності, за С.Л. Рубінштейном, у якому творчий компонент переважає – це більш високий рівень людського існування. Цей спосіб життєдіяльності характеризується високою саморефлексією людини, вона аналізує, уявляє, обмірковує своє життя, його побудову. Людина здатна творчо своє життя конструювати та здійснювати (С.Л. Рубінштейн, 1946), аналізувати та презентувати його у саморозповіді. Задумуючи і творчо здійснюючи своє життя людина пише в своїй історії життя усвідомлений і творчо спрямований життєвий шлях. У студентські роки у людини закладається фахове підґрунтя майбутньої реалізації в тій чи іншій галузі, зокрема, в авіаційній. І у цілісній життєвій історії майбутнього фахівця з'являється професійна складова, що наповнюється зі студентських років важливими подіями, значущими переживаннями. У процесі життя та діяльності будь-яка людина зустрічається з новими людьми, новими обставинами, новими випадками, на які потрібно певним чином реагувати або вирішувати, інколи новими для себе способами, зберігаючи свою індивідуальність.

Індивідуальність, унікальність, неповторність людини розкривається у світогляді, власному трактуванні моральних норм та життєвих цінностей, життєвій позиції, способі життя, що відбивається на досвіді особистості. Для людини як для особистості важливо не просто проживати своє життя, а саме

творити його. Людина повинна докладати певні внутрішні зусилля для вибудовування свого життєвого шляху, своєї цілісної історії життя. Життєвий шлях людини, на думку видатних вчених, – це її індивідуальна історія, протягом якої вона формує свою особистість, власне, історія життя робить людину особистістю (С.Л. Рубінштейн, 1946; В.А. Роменець, 2003), а «глибиною» особистості та суб'єкта діяльності виступає саме індивідуальність людини (Б.Г. Ананьєв, 2005).

Отже, наратив як спосіб дослідження внутрішнього світу майбутніх фахівців авіаційної галузі, а значить проявів унікальної, неповторної індивідуальної своєрідності людини виступає екологічним прийомом практичної психології. Саморозповідь у формі наративу дозволяє підійти до особистого досвіду людини, з'ясувати важливі переживання, що стали подіями її життя та завдяки цьому проаналізувати особливості індивідуальності людини, особливості її внутрішнього світу. Як зазначав Б.Г. Ананьєв, внутрішній світ особистості має активний, діяльний характер, тобто внутрішній світ «людини працює, і міра напруженості його роботи (переробка досвіду, вироблення власних позицій і переконань, шляхів самовизначення тощо) є показником духовного багатства індивідуальності» [1, с. 172], все це безпосередньо можемо відбиток у саморозповіді у формі наративу.

Висновки

Індивідуальність, унікальність, неповторність людини проявляється у всіх особистісних сферах: когнітивній, емоційно-вольовій, мотиваційній, інтелектуальній, а також у діяльності та поведінці та у саморозповіді у формі наративу.

Наратив дозволяє усе багатство внутрішнього світу особистості, з її установками, моральними цінностями та досвідом, екологічно для самої людини підійти до її унікальності та проаналізувати її індивідуальність. Особливо важливо застосовувати цей спосіб дослідження індивідуальності, досвіду людини, коли її безпосередня або майбутня професія пов'язана з особливими умовами праці, зокрема в авіаційній галузі. В якій від фахівців вимагається дотримання норм та правил, при цьому умовами праці не заперечується збереження своєї унікальності, що позначається на професійному психологічному портреті особистості.

Список літератури

1. Ананьєв Б.Г. Избранные психологические труды: в 2-х т., т.1 – М.: Педагогика, 1980. 232 с.
2. Ананьєв Б.Г. Психология и проблемы человекознания: Избранные психологические труды. – М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2005. – 432 с.

3. Лактионов А.Н. Координаты индивидуального опыта. - Харьков: Бизнес Информ, 1998. - 492 с.
4. Максименко С.Д. Генетическая психология (методологическая рефлексия проблем развития в психологии). - М.: Рефл-бук, К.: Ваклер, 2000. - 320 с.
5. Психология личности: Словарь-справочник. – К.: Рута, 2001. – 320 с.
6. Роменец В.А. Жизнь и смерть: постижение разумом и верой. – К.: Либідь, 2003. – 232 с.
7. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии – М.: Учпедгиз, 1946. – 704 с.
8. Фридман Д., Комбс Дж. Конструирование иных реальностей. - М.: Класс, 2001. - 362 с.
9. Чепелева Н.В. Психологические механизмы понимания и интерпретации личного опыта // Актуальні проблеми психології. - Т. 2. - Психологічна герменевтика / За ред. Н.В. Чепелевої. - К.: Видавничий Дім Дмитра Бураго, 2002. - Вип. 2. - С. 3-13.

*Н.Є. Гоцуляк, к. психол. н.,
(Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана
Огієнка, Україна)*

Дослідження психологічного змісту праці бортпровідника ПС

Дослідження присвячене психологічній характеристиці праці бортпровідника ПС; розкриває специфічність праці бортпровідника в усіх його проявах, і особливо в комунікативній сфері; складність і непередбачуваність розвитку подій на борту літака, відірваного від землі; конфліктогенність, різноманітність і гостроту ситуацій спілкування з пасажирями; складний об'єкт праці (психофізичний стан авіапасажирів), що вимагає знання і врахування людського фактора.

Праця в умовах польоту, як пілотів, так і бортпровідників, за своїм змістом, особливостями і психологічною складовою відрізняється від будь-якого іншого виду праці. Пілоти з'явилися в світі професій раніше бортпровідників, і люди знають, що на літаку робить льотчик. Відносно ж стюардес життєві уявлення досі не збігаються, а інколи навіть суперечать один одному. Багато хто вважає, що робота бортпровідниці легка і навіть безтурботна, що, ймовірно, і стало причиною виникнення романтичного іміджу господині повітряного лайнера, що пропливає по салону легкою ходою з чарівною посмішкою на вустах, зовні завжди бадьорою, веселою і оптимістичною.

Життя бортпровідників вважається цікавим і різноманітним, оскільки пов'язане з цікавими польотами і подорожами по різних містах і країнах. Ті ж, хто знає про цю професію більше, вважають її небезпечною і фізично важкою, порівнянню з працею шахтаря, ткалі-багатоверстатниці, тракториста. З безлічі авіаційних професій професія бортпровідник – це та, щодо якої донині є розбіжності. Чи можна вважати бортпровідників членами екіпажу? Як і пілоти, бортпровідники працюють в замкнутому просторі фюзеляжу літака, відірвані від землі на тисячу метрів, схильні до впливу сонячної радіації і зміни біоритмів, ризику для життя і стресів, пов'язаних, з відповідальністю за безпеку людей.

Особливості умов праці, специфіка і широкий спектр трудових операцій, неординарність поєднання професійних ролей у праці, високий рівень складності і відповідальності завдань, багатофункціональність трудових операцій і множинність видів діяльності, жоден з яких не можна упустити або виконувати недбало, – все це дозволяє назвати професію бортпровідника ПС унікальною. Психологічний зміст праці бортпровідника простежується крізь безліч посадових обов'язків при підготовці і виконанні рейсу. Операційна (виконавча) сфера в трудовому процесі ріднить працю бортпровідників з іншими «земними» професіями. Відмінність же полягає в тому, що основну діяльність бортпровідники здійснюють в замкнутому вузькому просторі не на

землі, а в повітрі – в літаку, що летить на великій швидкості. Саме на цій підставі можна говорити про унікальність даної професії [7].

Встановлено, що бортпровідник – не просто одна з провідних професій в цивільній авіації, це людина, що впливає на імідж авіакомпанії, а на міжнародних лініях він обличчя країни в порівнянні, наприклад, з генеральним директором, авіаконструкторами, диспетчерами управління повітряним рухом, авіатехніками та ін. У польоті, піковому ланці подорожі, пасажир спілкується з бортпровідником і саме по ньому судить не тільки про компанію, але і про людей цієї країни. Віддаючи належне значенню пілотів в забезпеченні безпеки польоту, не можна, проте, не відзначити, що пасажирів в польоті можуть не побачити пілотів, бачать вони бортпровідників [1; 5]. Проте, в авіації історично парадоксальним чином склалася підпорядкована, другорядна роль бортпровідника. Інформація архівних матеріалів і документів для внутрішнього користування, статистичних даних по льотним подіям і аварій цивільних ПС вражає тим, що в списках загиблих значаться часом лише члени льотного екіпажу: пілоти, штурмани, радисти і інженери, а бортпровідників на борту літака немов і не було. Однак вони не просто були в момент аварії, але працювали, повністю поділяючи з пасажиром простір, час і долю.

Єдиної теоретичної концепції для вивчення праці бортпровідника не існує. У даній роботі ми спиралися на концепцію діяльності в працях О.М. Леонтьєва і таких представників як: А.В. Запорожець, П.Я. Гальперин, С.Г. Геллерштейн, Б. Ф. Ломов, Г.М. Зараковський, Ю.К. Стрелков, Л.Г. Дікая, Т.С. Кабаченко, Б. С. Алякрінський, А.К. Оснічкий, В.М. Муніпов, В.А. Бодров, А.А.Обознов, О.Б. Бекасов.

Історичний аналіз розвитку професії бортпровідника показав, що за роки її існування зазнали значних змін:

- мотивація у праці;
- контингент пасажирів; географія польотів;
- престиж професії; пов'язаний з престижем авіації в суспільстві;
- умови праці (компоновка літаків, стаціонарне і переносне обладнання, предмети сервісу, перелік послуг, кількість пасажирів, аварійно-рятувальні засоби) та ін.

Однак зміст праці бортпровідників професійної спільності в світі залишилося колишнім в двох його провідних функціях «рятувальника» і «офіціанта». Аналіз психологічного змісту праці, в основі якого лежить базова чотирьохкомпонентна структура «суб'єкт-дія-об'єкт-навколишній світ», включає в себе широкі пояснювальні категорії; цей підхід продуктивно зарекомендував себе при вивченні психологічного змісту праці бортпровідника і професій, споріднених за місцем роботи.

Ознаки різних типів праці в класифікації професій складним чином поєднуються в трудовій діяльності бортпровідника ПС. Розгляд психологічного змісту праці і професійного життя бортпровідників ПС можливо через виявлення і опис особливостей і специфіки емоційних, когнітивних, мотиваційних, виконавчих і комунікативних характеристик праці. Діяльність і комунікативний процес – дві обов'язкові складові в процесі праці бортпровідника. Оптимізація управління людськими ресурсами

передбачає проведення спільних занять та тренувань пілотів і бортпровідників, необхідних для вдосконалення організації взаємодій і формування нових професійних і групових норм в екіпажі повітряного судна [3; 6].

Аналіз обраної проблеми дав змогу розкрити суперечності у праці бортпровідника:

- подвійність провідних функцій у праці;
- суперечливе офіційне визначення професії;
- жорстка прив'язка до часу рейсу і тривалості польоту і невизначеність між рейсами;
- зміст праці та імідж професії в суспільстві суперечать один одному;
- здоров'я бортпровідника і льотна робота;
- фізичне і психічне стомлення, яке не можна демонструвати;
- спілкування одночасно в декількох комунікативних актах на фізичній та психічній дистанціях в трьох системах: «бортпровідник - бортпровідник», «бортпровідник - льотний екіпаж», «бортпровідник - пасажир»;
- строго регламентовані трудові функції і потреба творчості при виконанні стандартних процедур;
- неузгодженість посадових обов'язків і вимог реальної трудової ситуації;
- невідповідність індивідуальних здібностей бортпровідника характеру професійної діяльності;
- чинники «публічності» і «самотності» у праці [2].

Через ці суперечності існує складність побудови психологічного портрета, труднощі термінології визначення професії, створення комплексу психодіагностичних методик профвідбору та цілісної системи професійної підготовки.

У екстремальних умовах праці значно збільшується психофізіологічне навантаження, що вимагає від бортпровідників високого рівня психічних якостей, важливих для забезпечення ефективності та надійності дій при підготовці та проведенні евакуації пасажирів, для організації виживання людей (на воді, в пустелі, в джунглях, в горах тощо).

Об'єктивно існуючі і непереборні несприятливі професійні фактори умов праці необхідно враховувати при плануванні графіка праці і відпочинку бортпровідників. Екстра- та інтроверсія є базовими типологічними установками, які всебічно впливають на професійну діяльність суб'єкта праці. Представники різних психологічних типів орієнтуються в діяльності на різні її аспекти, тому при плануванні графіка польотів важливо враховувати наявність в екіпажі бортпровідників різних психологічних типів для досягнення високої ефективності і якості. Аналіз і синтез психологічного змісту праці бортпровідника покладені в основу системи професійного відбору кандидатів на посаду бортпровідника ПС різних спеціальностей. Створений арсенал тестових ситуацій, спеціальних опитувальників і анкет успішно використовується в психодіагностики бортпровідників цивільної авіації [5].

Результати професіографічного дослідження дозволяють удосконалювати систему професійного відбору. Багатомірність і складність праці бортпровідника обмежує можливість застосування в психодіагностику

тестових методик, які слід застосовувати як допоміжну систему оцінки профпридатності кандидатів, оскільки результати тестів поки не розкривають значущих в цій праці особистісних характеристик, мають значний відсоток помилки і впливають на професійну біографію людини. У ході нашого дослідження вдалося подолати неузгодженість професійних вимог, які декларуються при навчанні і реально існуючих в трудовому процесі. Психологічна підготовка вимагає співвіднесення теоретичних психологічних знань реальними ситуаціями на борту ПС з метою пошуку ефективних способів вирішення конфліктів в умовах польоту.

Дослідження проблеми дозволило вивчити і систематизувати уявлення бортпроводників про провідні трудові функції, про мотивацію та ціннісні орієнтації в їх трудовій діяльності. В галузі професійних цінностей бортпроводників ПС значимі:

- матеріальне благополуччя (74%);
- можливість подорожей (66%);
- реалізація потреби в спілкуванні (61,5%).

Пріоритети особистісних цінностей:

- здоров'я (90%);
- сім'я (84,5%);
- особиста безпека (66%).

У ході дослідження встановлено просторові особливості:

- процес праці відбувається в польоті на великій висоті;
- трапляються перепади висот;
- вузькість і тіснота простору висувають особливі вимоги до влучності

та спритності рухів суб'єкта праці;

- розташування устаткування літака вимагає високої схематизації когнітивних структур і автоматизації сенсомоторних патернів досвіду.

Висновки

У XXI столітті суспільство перестає сприймати професію бортпроводника повітряного судна цивільної авіації як романтичне тимчасове захоплююче заняття для молодих людей. Авіакатастрофи, в яких гинуть пасажери і члени екіпажу нікого не залишають байдужим, і, привертаючи увагу світової громадськості, допомагають зрозуміти, що бортпроводник – це важка, серйозна і відповідальна професія.

Результати даного соціально-психологічного дослідження допомагають осмислити, глибоко усвідомити місце, значення і роль бортпроводника на борту літака, в авіакомпанії і в цивільному повітряному флоті в цілому. Психологічна характеристика праці бортпроводника ПС розкриває специфічність праці бортпроводника в усіх його проявах, і особливо в комунікативній сфері; складність і непередбачуваність розвитку подій на борту літака, відірваного від землі; конфліктогенність, різноманітність і гостроту ситуацій спілкування з пасажирями; складний об'єкт праці (психофізичний стан авіапасажирів), що вимагає знання і врахування людського фактора.

В ході дослідження розкриті протиріччя у праці бортпровідника. Вони складають психологічну специфіку та складності професії, долати які покликані допомогти психологи-практики. Високий рівень професійних вимог, особливості стресогенних умов праці, специфіка і широкий спектр трудових операцій, неординарність поєднання професійних ролей у трудовій діяльності, високий рівень складності і відповідальності завдань, багатофункціональність і множинність видів трудових операцій – все це може бути подальшими перспективами наших досліджень.

Список літератури

1. Борисова Є.М. Індивідуальність і професія / Є.М. Борисова. – К. : Наукова думка, 2001. – 217 с.
2. Гератеволь З. Психология человека в самолете / З. Гератеволь. – М., изд-во Иностранная литература, 1999. – С. 72-95.
3. Джонсон Д.А. Советы авиапассажирам / Д.А. Джонсон. – М., изд-во Транспорт, 1989. – С. 52-87.
4. Дорошев В.Г. Системный подход к здоровью летного состава в XXI веке / В.Г. Дорошев. – М., изд-во Паритет Граф, 2000. – С. 257-269.
5. Решетняк З.А. Психологічні основи професійного навчання / З.А. Решетняк. – К. : Наукова думка, 2004. – 310 с.
6. Avi Girl. Structural change in civil aviation and its consequences for airliner// Greece, Athens Nov. 1997. – 10-18 с.
7. Buley L.E. Experience with physiologically-based formula for determining rest periods on long-distance air travel //Aerospace Medicine. USA, NY, 1990. – pp.135-141.

О.М. Ічанська канд.психол.наук, доцент,
К.К. Підгорна
(Національний авіаційний університет, Україна)

Теоретико-практичні підходи до аналізу статусу професійної ідентичності бортпроводників

Стаття присвячена емпіричному дослідженню професійної ідентичності бортпроводників. Дане дослідження дозволило виявити показники статусу сформованості професійної ідентичності для вибірки бортпроводників. Результати дослідження можуть бути використані для покращення працездатності та самопочуття працівників компаній.

У сучасних умовах постіндустріального суспільства змінюються вимоги до професійної діяльності спеціалістів різних галузей виробництва, а особливо до авіаційної сфери. У нових соціально-економічних умовах професіонал повинен володіти максимально вираженими професійними якостями, чітко ідентифікувати себе з власною професією та бути орієнтованим на постійний розвиток у соціальному та професійному середовищі. Проблема дослідження професійної ідентичності бортпроводників пов'язана з необхідністю ґрунтовного аналізу факторів професіоналізації на етапі первинної професійної адаптації та на етапі досягнення професіоналізму з урахуванням професійних деформацій.

Поняття «професійна ідентичність» вперше було визначено такими зарубіжними психологами як: Д. Сьюпер, Дж. Холланд, Ф. Вондрачек. Вони розглядали професійну ідентичність як важливий аспект самосвідомості. Такі вітчизняні вчені як: М. Абдуллаєва, К. Альбуханова – Славська, Є. Зеєр, Є. Єфремов, Л. Шнейдер, В. Столін, І. Хамітова, Є. Чорний визначили в своїх роботах, як людина реалізує та розвиває свою ідентичність в професійній сфері.

Найбільш поширеним визначенням професійної ідентичності вважається визначення Л. Шнейдер. Вчена визначає професійну ідентичність як динамічну систему, яка формується в процесі професійної освіти та активного розвитку професійної компетентності та впливає на ціннісно-смыслову сферу й удосконалення професійної майстерності майбутнього спеціаліста.

Згідно поглядів Г. Ложкіна та Н. Волянук, професійна ідентичність є одним з основних критеріїв становлення професіонала. У вузькому розумінні професійна ідентичність розглядається авторами як самосвідомість, тобто система уявлень людини про себе як суб'єкта життєдіяльності. У широкому сенсі професійна ідентичність належить до понять, у яких виявляються концептуальні уявлення людини про її місце в професійній групі чи спільноті. Усвідомлюючи необхідність формування професійної ідентичності, особистість сама вирішує, в якій мірі варто приймати певну форму діяльності, а також певний спосіб професійної взаємодії і себе як професіонала.

Ідентичними можуть вважатися лише професіонали, яким властивий перетворюючий психологічний потенціал.

І. Вроцька, яка безпосередньо займається дослідженням професійної ідентичності бортпровідників, виокремлює такі структурні компоненти професійної ідентичності, як: комунікативний, функціональний, фізіологічний та особистісний. Саме спираючись на дані положення, ми можемо провести власне емпіричне дослідження і врахувати особливості професійної діяльності сучасних бортпровідників, що працюють в різних авіакомпаніях в Україні.

Нами було проведено емпіричне дослідження серед бортпровідників різних авіакомпаній, вибірка становила 35 осіб. Метою дослідження було встановлення домінуючого статусу ідентичності бортпровідників. Для досягнення мети нашого дослідження використовували методику вивчення професійної ідентичності Л. Шнайдер.

Методика Л. Шнайдер побудована на принципах прямого асоціативного тесту. Респондентам першочергово було представлено два слова-стимули: «професіонал» та «непрофесіонал», на які кожен респондент записував по 10 асоціативних реакцій. Після цього на 10 слів-стимулів пропонувалось записати 10 будь-яких слів, що спадали на думку. Всі асоціативні реакції були зведені загально. Після цього було проведено аналіз всіх асоціацій та виключалися ті, що повторювалися. В результаті залишилось 76 слів-стимулів. Перевагою даної методики є те, що вона активно використовується при дослідженнях професійної ідентичності саме бортпровідників в різних авіакомпаніях пострадянського простору.

Результати аналізу отриманих результатів на вибірці українських бортпровідників представлені у таблиці 1.

Таблиця 1.

Статуси професійної ідентичності бортпровідників

Статус	Кількість респондентів	Відсотки
Передчасна ідентичність	0	0%
Дифузна ідентичність	9	25,7%
Мораторій	2	5,7%
Досягнута позитивна ідентичність	20	57,2%
Псевдопозитивна ідентичність	4	11,4%

З наведеної таблиці видно, що у більшості респондентів (57,2%) домінує досягнута позитивна ідентичність. Даний статус професійної ідентичності свідчить про сформовану певну сукупність особистісно-значимих цінностей, переконань, цілей, що переживаються як особистісно значимі, які забезпечують відчуття спрямованості та усвідомленості життя. У професійній діяльності бортпровідників такий статус виражається в позитивному самооставленні при позитивному оцінюванні власних якостей та стабільному зв'язку з соціумом, а також повній координації механізмів ідентифікації з професією.

Для 25,7% характерним є статус «дифузна ідентичність», що виявляється у відсутності ґрунтовних професійних цілей, цінностей та

переконань і прагнень їх активно сформувати. Такі працівники характеризуються середнім рівнем незадоволеності собою та своїми можливостями, сумнівами здатності викликати повагу у інших людей, сумнівами цінності власної особистості, наявність внутрішніх конфліктів.

Також, нами було виявлено, що для 11,4% респондентів характерним є прояв псевдоідентичності. Такий статус професійної ідентичності характеризується стабільним запереченням своєї унікальності, або навпаки, амбітне підкреслення з переходом в стереотипію, а також порушення механізмів ідентифікації і неприйняття критики на свою адресу.

Найменша кількість респондентів (5,7%) визначається таким статусом, як мораторій. Цей статус ідентичності полягає у тому що, людина знаходиться в стані кризи ідентичності і активно намагається вирішити її, прагнучи знайти різні варіанти.

Висновки

Отже, нами було визначено, що для більшості бортпроводників характерним є сформований статус «досягнута позитивна ідентичність». Для бортпроводників цієї групи характерним є відчуття цінності власної особистості і одночасно цінність власного «Я» для інших людей, висока самооцінність та енергетика, впевненість в собі при високій внутрішній напруженості, бажання відповідати ідеальному уявленню про себе, визначеність життєвої ситуації та орієнтація на інших людей та їх значимість. Саме за такого сформованого статусу професійної ідентичності, бортпроводники можуть досягати значних успіхів у своїй професійній діяльності, отримувати задоволення від своєї професії, що є передумовою професійної успішності.

Список літератури

1. Борисова Е.М. Психологическое содержание труда и формирование профессиональной пригодности // Психофизиологические вопросы становления профессионала М., 1974.
2. Вороцкая И.Ю. Профессиональная идентичность бортпроводников: структура и особенности: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психолог. наук: спец. 19.00.13 «Психология развития, акмеология» / И.Ю. Ворцкая. – Москва, 2005. – 24 с.
3. Ложкін Г., Воляннюк Н. Професійна ідентичність в контексті маргінальної поведінки суб'єкта / Г. Ложкін, Н. Воляннюк // Соціальна психологія. - 2008. - №3.
4. Шнейдер Л. Б. Профессиональная идентичность: структура, генезис и условия становления: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. психолог. наук: спец. 19.00.13 «Психология развития, акмеология» / Л. Б. Шнейдер. – Москва, 2001. – 42 с.

О.М. Назарук, канд.психол.н., доцент,
І.В. Фесюк,
(Національний авіаційний університет, Україна)

Особливості наративного підходу як методу вивчення професійного досвіду авіаспеціалістів

Розглянуто особливості наративного підходу до роботи з професійним досвідом авіаспеціалістів. Стверджується, що робота з текстом представляє собою складний процес, що призводить до осмислення суб'єктом власного досвіду, і слугує основою розвитку особистості.

Проблеми формування, розвитку і трансформації професійного досвіду авіаційних спеціалістів сьогодні є надзвичайно актуальними. Це зумовлено специфікою їх діяльності, яка протікає під негативним впливом професійних стресорів та супроводжується втратою професійно важливих якостей спеціалістів і деформацією їх професійного досвіду в цілому.

Професійний досвід в повсякденному житті означає, перш за все, сукупність умінь, навичок та знань людини, які були накопичені під час теоретичного та практичного навчання, освоєння людиною професійних завдань та ефективного їх виконання. Поняття «професійного досвіду» в науковій психології значно ширше, оскільки професійний досвід розглядається як частина життєвого досвіду особистості. Таким чином, професійний досвід – це цілісний образ професійної діяльності людини, основні складові якого зафіксовані у свідомості суб'єкта професійної діяльності та є результатом професійного минулого і умовою професійного майбутнього суб'єкта. Професійний досвід авіаспеціалістів пов'язаний, на нашу думку, з категорією «розвитку», оскільки він може бути позитивним і негативним. Професійний довід в професійній кар'єрі авіаційного спеціаліста керований як ззовні, так з середини самим суб'єктом професійного шляху.

Зокрема, поняття професійного досвіду особистості розглядалося в історії психології як сукупність знань, вмінь і навичок (К.К. Платонов), як сукупність подій, що актуалізуються в різних професійних ситуаціях (Л.І. Анциферова), через упорядковані у свідомості образи пережитих подій (О.О. Кронік).

Ю.К. Стрелковим виділено два основних підходи до визначення поняття «професійний досвід», де він інтерпретується з позиції теорії функціональних систем (Г.М. Зараковський і І.П. Павлов) та як структура професійно важливих якостей особистості (В.Л. Шкаліков, А.А. Алдашева). На думку Ю.К. Стрелкова, професійний досвід – це складна система, яка зовні виступає як сукупність способів, прийомів і правил рішення трудових завдань, виконання яких забезпечується когнітивними і змістовними структурами, що формуються в навчанні і професійній діяльності та забезпечують виконання трудових функцій, підтримку позитивного соціально-психологічного клімату і нормального функціонування систем організму [2].

Отже, поняття професійного досвіду включає різні системи компонентів і невірно розглядати це поняття тільки як сформовану структуру професійно важливих якостей. Крім того, суб'єкт праці зберігає у своїй свідомості різноманітні емоційні переживання, що супроводжує професійну діяльність в різноманітних ситуаціях, як це часто трапляється з авіаспеціалістами. Емоційні переживання впорядковані не випадковим чином в їх професійній діяльності, а саме накопичений досвід професійної поведінки підпорядковується довільній регуляції, становить основу для передбачення, прогнозування, очікування подій в професійному житті та взагалі у подальшому житті. У контексті проблематики нашого дослідження особливого значення для розуміння, осмислення та інтерпретації свого професійного досвіду авіаспеціалістами набуває наративний підхід.

Поняття наративу прийшло в психологію з постмодерністських і постструктуралістських філософських та літературознавчих концепцій і розглядається в рамках теорії соціального конструктивізму і наративної психології. У сучасній психології підходи до наративної проблематики можна розділити на два основних напрямки –наративна психологія, або «теорія» наративу, і психоаналітична терапія, або «практика» наративу. Першим, хто використав наратив у психології, став Дж. Брунер, який вважав що у людини немає іншого способу описати прожитий час, тільки як за допомогою наративу.

В цілому дослідники [5] відносять наративний аналіз до парадигми соціального знання, в рамках якої вербально, усно або письмово зафіксовані вираження індивідуального сенсу, що розглядаються як «вікна» у внутрішній світ людини. Предметом дослідження в наративному аналізі є розказана історія, або розповідь, як способі упорядкування досвіду в послідовний ланцюг подій. В цьому випадку наративний аналіз вивчає не просто зміст професійного досвіду, а форми міркування про нього. Тобто, відображення авіа спеціалістом процесу розуміння свого професійного досвіду може бути представлено у формі наративу – розповіді про події свого життя[3].

Наратив є текстуальною формою, де за допомогою когнітивної (факти, події), рефлексивної (експресивна інформація, що виражає авторське ставлення до певних положень та їх оцінку) та регулятивної (керування сприйняттям та розумінням тексту) інформації можна проаналізувати основні аспекти професійного досвіду авіаційних спеціалістів. В основі наративного підходу лежить поняття конструювання. Представники даного підходу (П. Бергер, Дж. Брунер, К. Герген, Е. Гідденс, М. Епштейн, Т. Лукман, Р. Харре) вказують на те, що проживаючи своє життя, людина, конструює свою власну історію.

Загальна схема роботи з наративами у роботі з авіаспеціалістами може передбачає кілька етапів [4]: 1) безпосередню участь інформанта (рефлексія, спогади, накопичення окремих фактів в спостереженнях); 2) конструювання наративу воедино так, щоб авторська інтерпретація подій стала зрозуміла слухачам; 3) фіксація мовної дії в письмовій формі; 4) аналіз психологом «розшифровок» (вивчення оповідання з точки зору форми, стилю і розміщення життєвих фрагментів) і створення якоїсь мінітеорії (власної версії

досліджуваного явища), виходячи з поставлених дослідницьких завдань і теоретичних переваг; 5) сприйняття читачем написаного звіту (він стає співавтором тексту, привносячи в нього свої смисли, питання і сумніви). Кожен з перерахованих етапів, з одного боку, конституює описуваний в наративі досвід, надаючи йому сенс, а з іншого, – урізує, редукує, спотворює і змінює його. Результатом проходження цих етапів має стати усвідомлена позиція професіонала стосовно власного життя, що для нього важливо в житті – цінності, принципи, мрії та добровільно взяті на себе обов'язки, які втілюються в тих історіях його життя, яким надається перевага.

Виходячи з вищесказаного, наративний метод можна вважати ефективним засобом вирішення проблем, пов'язаних із роботою над професійним досвідом авіаспеціалістів. Завдяки роботі з текстами та в ході розповіді своєї історії вони осмислюють та переосмислюють власні професійні історії, пояснюючи смисли, цінності, мрії, наміри, формуючи безпечну територію ідентичності, змінюючи своє життя в бажаному напрямку.

Висновок

Таким чином, у наративах можливо простежити актуальні проблеми та переживання авіаспеціаліста, його ставлення до того, що відбувається навколо нього. Розглядаючи сюжетні лінії розповіді, можна дослідити важливі професійні сфери життя, особливості взаємодії з іншими людьми та рівень відповідальності, який покладений на них, тобто саме завдяки автобіографічним розповідям, отриманих від цих клієнтів, психолог здатен надавати своєчасну та доцільну соціально-психологічну допомогу, якщо вони стикнулися з певною стресовою професійною ситуацією. Відповідно, у процесі конструювання власного професійного досвіду, через наративний модус, авіаспеціалісти зможуть не лише переосмислити власний професійний досвід, ті події, які уже відбулися, проте не усвідомлювалися, а й ті події, які матимуть місце в майбутньому в результаті їх осмисленого конструювання, створити нове бачення подій, сформувати нові професійні плани, вибудувати більш продуктивну стратегію професійного розвитку, яка позбавлена суперечностей, проблем і внутрішніх конфліктів.

Список літератури

1. Franzosi R. Narrative Analysis or Why (and How) Sociologists Should Be Interested in Narrative//Annual Review of Sociology. 1998. Vol. 24. P. 517-554.
2. Стрелков Ю. К. Практикум по инженерной психологии и эргономике — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
3. Назарук О. М. Особливості розуміння особистого досвіду :автореф. дис. канд. психол. наук / О. М. Назарук. – К., 2004. — 22 с.
4. Пузанова Ж. В., Троцук И. В. Нарративный анализ: понятие или метафора? // Социология: методология, методы, математическое моделирование. 2003. № 17. С. 56-82.
5. Ярская-Смирнова Е. Р. Нарративный анализ в социологии // Социологический журнал, 1997, № 3. С. 38 – 62.

*О.В. Сечейко, канд.психол.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Психологічні чинники сумісності членів льотних екіпажів

Представлені концептуальні положення теорії сумісності, описаний зміст основних видів сумісності: психофізіологічної, психологічної, соціально-психологічної та розглянуті механізми динаміки групової сумісності. Також визначені психологічні чинники сумісності та критерії ефективної взаємодії в льотних командах.

Сумісність членів групи належить до інтегративних характеристик. Вона близька за змістом до таких групових феноменів як згуртованість та організованість. Відносно останніх даних сумісність виступає чинником, що їх обумовлює [3].

Існує чи мало теорій які розв'язують проблему сумісності. Їх науковий аналіз засвідчує суттєві іррозбіжності і навіть протиріччя між ними. Проте, твердження, що сумісність членів групи значно підвищує ефективність їх діяльності є спільним для всіх.

Сумісність прийнято розглядати в двох сферах групової активності – в діловій (офіційній) та особистісній (неофіційній). Основним критерієм сумісності в сфері офіційних відносин членів групи виступає результативність групи, а в сфері неофіційних відносин – висока взаємна задоволеність учасників неформального спілкування. В умовах напруженої спільної діяльності ділова та особистісна сумісність тісно взаємозв'язані і взаємодоповнюють одна одну. Тут можна говорити про єдину психологічну сумісність, яка вплетена в процес спільної діяльності.

Сумісність розглядають як психологічне явище, зумовлене психофізіологічними, психологічними і соціально-психологічними характеристиками осіб, що здійснюють спільну діяльність. Відповідно визначають психофізіологічну, психологічну та соціально-психологічну сумісність.

Психофізіологічна сумісність зумовлена узгодженістю таких параметрів, які за своїми якісно-кількісними показниками забезпечують успішну взаємодію психомоторних реакцій, аналізаторної системи, швидкісних характеристик, особливостей емоційно-вольової регуляції.

Психологічна сумісність визначається близькістю рівня інтелектуального розвитку, психічних пізнавальних процесів, мотивації, установок, характерологічних особливостей.

Соціально-психологічна сумісність обумовлюється схожістю поглядів, переконань, єдністю професійних інтересів, ціннісних орієнтацій. Наявність цих елементів об'єднує людей, насамперед у випадках, коли взаємодія носить тривалий характер, особливо в умовах операторської діяльності, яка включає підвищену відповідальність. Сумісність, що виникає в цих умовах,

характеризується глибинними змістовими аспектами взаємодії членів команди і сприяє ефективності їхньої діяльності.

Наукові дані говорять про те, що значущим компонентом психологічної сумісності членів команд, що працюють в особливих умовах, виступає їхня ціннісно-орієнтаційна єдність, яка детермінує міжособистісні стосунки, виступає джерелом підвищення ефективності спільної діяльності. На думку експертів, максимальний вплив на ефективність спільної діяльності операторів через їх психологічну сумісність здійснюють такі показники, як збіг рівнів розуміння шляхів досягнення мети, групових цілей, ієрархія цінностей, збіг інтересів, потреб.

Значна увага у багатьох дослідженнях приділялась вияву факторів, які спричиняють соціально-психологічну *несумісність*. До них належать протиріччя суб'єктів взаємодії за такими показниками: інтелектуальний, комунікативний, мотиваційний, етичний, демографічний, професійний, культурно-побутовий. Експериментально встановлено, що невчасне усунення зазначених причин несумісності на психологічному та соціально-психологічному рівнях негативно позначається на ефективності спільної діяльності. [1]

Особливо важливо враховувати на практиці фактори групової сумісності в динаміці. Як свідчать дослідження, важкі умови в яких відбувається діяльність, можуть тимчасово викликати у членів екіпажу депресію, ворожість, взаємну роздратованість, втрату інтересу до роботи, зниження інтелектуальних, сенсомоторних та фізичних можливостей. Це прояви реакції на стрес та напругу, що призводять до психічного та фізичного перевтомлення. Тому, для запобігання зниження показників ефективності взаємодії команди, необхідно своєчасно проводити профілактично-корекційні заходи, спрямовані на зняття втоми та психічного напруження.

Одним із індикаторів психологічної сумісності є позитивні внутрішньогрупові відносини. Тому важливим компонентом в структурі психологічної сумісності, який відображає загальний стан психологічного клімату в групі, є задоволеність спільною діяльністю. Можна стверджувати, що між задоволеністю спільною діяльністю членів команди, психологічним кліматом колективу і ефективністю спільної діяльності спостерігається прямий причинно-наслідковий зв'язок.

Тому, важливу роль в успішності групової діяльності відіграє рівень емоційного задоволення самим процесом взаємодії, який визначається системою взаємних симпатій-антипатій між членами групи.

Аналізуючи результати чисельних досліджень впливу особистих взаємовідносин на ефективність групової діяльності, необхідно відмітити, що вивчення малих груп в умовах лабораторного експерименту та в реальних обставинах їхньої спільної діяльності не дає однозначної відповіді на запитання про значення міжособистісних відносин для ефективності вирішення спільного завдання. Інтенсивне емоційне спілкування може мати, як позитивний, так і негативний вплив. З одного боку, воно сприяє формуванню дружньої атмосфери, зменшує дух змагання, а з іншого – знижує інтерес до роботи й відволікає учасників групи від їхньої основної діяльності.

Даний зв'язок може визначатися рівнем соціально-психологічного розвитку групи[3].

Експериментально було встановлено, що в групах високого рівня соціально-психологічного розвитку зв'язок між якісно-кількісними показниками ефективності діяльності та емоційно теплими взаємовідносинами – позитивний, а в групах низького рівня розвитку – негативний. Гіпертрофована увага до емоційно-міжособистісних зв'язків в групах з низьким рівнем розвитку здатна завдати шкоди формуванню системи відносин, опосередкованих змістом діяльності. Вони можуть підмінятися відносинами кругової поруки, панібратства тощо.

Отже, розширення сфери емоційного-міжособистісних контактів, підвищення інтенсивності спілкування у високорозвинених командах сприяють успішності її діяльності. В слаборозвинених й нещодавно організованих групах це може не мати позитивного впливу й навіть виявитися перешкодою до підвищення ефективності роботи.[2]

Тому, зміцнення системи неформальних міжособистісних зв'язків і розвитку системи відносин, опосередкованих основним змістом діяльності групи можна вважати найбільш оптимальним варіантом поєднання високого рівня ефективності взаємодії та емоційно позитивним настроєм членів команди.

Вважаємо, що при комплектуванні команд на основі сумісності обов'язково повинен враховуватися показник взаємних симпатій (оптимальне співвідношення між емоційними та раціональними взаємовідносинами).

Висновки

Проведений теоретичний аналіз дав змогу визначити найбільш значущі **психологічні чинники** щодо їх дії на ефективність спільної діяльності членів команди, а саме:

1. Високий рівень професіоналізму членів команди:
 - професійна придатність на психофізіологічному й соціально-психологічному рівнях – відповідність індивідуальних особливостей вимогам діяльності;
 - високий рівень володіння професійно необхідними знаннями вміннями й навичками;
 - соціально- психологічна компетентність.
2. Соціально-психологічна єдність команди:
 - ціннісно-орієнтаційна та мотиваційна єдність,
 - пріоритет загальнокомандних інтересів.
3. Організація взаємодії членів екіпажу:
 - комунікаційна структура екіпажу;
 - система соціально-психологічних впливів в процесі взаємодії;
 - ефективність управління екіпажем в процесі його сумісної діяльності.
4. Позитивно-конструктивний характер взаємодії членів команди:

- психологічний клімат команди;
- оптимальний рівень психологічної дистанції.
- психологічна сумісність .

Крім того, вважаємо доцільним навести критерії і показники за якими визначають високий рівень ефективності групи та її стабільність. До критеріїв ефективності командної взаємодії відносяться такі.

1. Єдність членів команди за такими показниками :
 - єдність мети та способів її досягнення ;
 - активна позиція, високий рівень особистої ініціативи та відповідальності кожного члена команди;
 - єдність мотиваційних стимулів;
 - єдність ціннісних орієнтацій.
2. Зосередженість (центрованість) членів команди на продуктивності діяльності.
3. Забезпечення повноти групової комунікації.
4. Наявність позитивного психологічного клімату:

- атмосфера взаємної поваги й довіри;
- визнання компетентності кожного з членів команди;
- оптимальне співвідношення між емоційним та раціональним елементами взаємовідносин.

Показниками психологічної стабільності команди можна вважати такі:

- рівень командного духу;
- мотиваційний фон команди;
- рівень адаптованості команди до реальних умов діяльності;
- рівень ефективності комунікації команди;
- рівень психоемоційного благополуччя й стабільності членів команди.

Вважаємо, що досягнення високих показників по зазначеним факторам вимагає створення психологічної служби для забезпечення психологічного супроводу і розробки стратегії її діяльності, адекватної сучасним вимогам.

Основна мета діяльності групи психологічного супроводу – забезпечення високої ефективності діяльності спеціалістів при збереженні їх психічного й фізичного здоров'я. Це має бути система взаємопов'язаних та взаємодоповнюючих заходів, що сприятимуть забезпеченню високої надійності льотних екіпажів .

Список літератури

1. [Журавлев А.Л. Совместная деятельность как объект социально-психологического исследования. // Совместная деятельность:](#)

методология, теория, практика. /Отв. ред. А.Л. Журавлев, П.Н. Шихирев, Е.В. Шорохова. М.: Наука, 1998. С. 19-36.

2. Ковалев Г. А. Теория социально-психологического воздействия // Основы социально-психологической теории. М., 2005. С. 352-374.
3. Обозов Н. Н., Обозова А. Н. Три подхода к исследованию психологической совместимости. // Вопросы психологии. 1981. № 6. С. 91-101

М.О. Іванюк, Ю.Д. Міщук
(Національний авіаційний університет, Україна)

Концептуальні уявлення майбутніх військових льотчиків про об'єкт управління

Представлені результати емпіричного аналізу концептуальних уявлень майбутніх військових льотчиків про об'єкт управління. В результаті змістовного аналізу даних асоціативного експерименту був побудований психосемантичний словник, який включав асоціації з розподілом по наступних класах: асоціації по схожості (детермінаційні та класифікаційні), асоціації по суміжності, семантичні універсали.

Діяльність у складних технічних системах значною мірою визначається процесами психічної регуляції, зокрема ментальною репрезентацією діяльності суб'єкта праці, яка отримала назву концептуальної моделі (А.Т.Велфорд). Поняття концептуальної моделі розроблялося С.А.Дружиловим, А.А.Обозновим В.П. Зінченко, А.А. Криловою, Н.Д. Заваловою, Г.В. Суходольським та ін. За В.П. Зінченком [1], концептуальна модель – це сукупність знань, свідчень і образів про функціонування технічного комплексу і параметрів робочого середовища, що формуються у людини-оператора. Модель також включає уявлення про задачі СЛМ, мотиви діяльності, знання наслідків правильних і помилкових дій, готовність до вирішення нестандартних, малоімовірних подій.

Особливого значення набуває структура образу професійної діяльності - підпорядкування та взаємозв'язок знань і відомостей про технічний комплекс, технологічні операції. На формування уявлень про технічний процес впливає цілий ряд чинників; структура знань, уявлення про зв'язки різних систем технічного комплексу набуваються і розвиваються у процесі професіоналізації фахівця, вони значною мірою відрізняються в операторів різної кваліфікації. Крім того, на структуру уявлень про причинно-наслідкові зв'язки різних елементів технічного комплексу, зокрема розстановку пріоритетів, надання суб'єктивної значущості тим чи іншим аспектам професійної діяльності значний вплив здійснює специфіка професійної діяльності людини, коло професійних задач, сфера особистої відповідальності.

Кожний професіонал володіє своєю унікальною концептуальною моделлю, що дає йому можливість реалізовувати індивідуальний стиль діяльності. В процесі навчання індивідуальні властивості особистості мають бути розвинені та адаптовані до змістовно-предметної та процесуально-технічної сторін діяльності, що забезпечить практичне вирішення більшості професійних задач.

Відповідно, вивчення концептуальних уявлень про модель об'єкта льотної праці у військових льотчиків-курсантів за допомогою методу асоціативного експерименту допоможе визначити рівень їх сформованості на

даному етапі навчально-професійної діяльності та психологічної готовності до успішного виконання навчальних завдань.

Словесні асоціації є результатом сприйняття особистістю об'єктивної дійсності через призму власного життєвого досвіду, його культурного і соціального рівня, приналежності до певної професійної групи тощо. Тому, на нашу думку, виникнення тієї чи тієї реакції на слово-стимул, пов'язане з процесом діяльності, зумовлюється індивідуальними уявленнями про професійні завдання, рівнем досвідченості, а також ступенем засвоєння даної професійної діяльності у курсантів-льотчиків.

Крім того, застосування даного методу у дослідженні концептуальної моделі дозволяє ґрунтовніше дослідити змістовно-предметну (параметри технічного комплексу, показники робочого середовища) та процесуально-технічну (взаємозв'язки між різними видами елементів технічної системи, алгоритми діяльності оператора) її сторони за рахунок створення класифікації асоціацій та розробки психосемантичного словника (за А.А. Обозновим, Е.В. Волковою та Е.Д. Чернецькою). Основою нашого дослідження є позиція, що формування концептуальних уявлень про об'єкт управління має виступати центральною складовою професійного навчання майбутнього військового льотчика.

Дослідження концептуальних уявлень про модель об'єкта льотної праці військових льотчиків-курсантів проводилось на базі Харківського університету повітряних сил ім. Івана Кожедуба за допомогою методу асоціативного експерименту в два етапи. На першому етапі 2 експертами було визначено 15 словосполучень-стимулів, зміст яких відображав основні характеристики функціонування літака Л-39. Другий етап полягав у безпосередньому проведенні асоціативного експерименту на вибірці із 15 респондентів. У відповідь на словосполучення-стимули досліджувані зазначали назви технічних систем, елементів обладнання, технологічних параметрів та ін..

В результаті змістовного аналізу експериментальних даних був побудований психосемантичний словник, який включав 248 асоціацій з розподілом по наступних класах [2]: асоціації по схожості (детермінаційні (7%), класифікаційні (56%)), асоціації по суміжності (28%) та інші (емоційно забарвлені асоціації) (9%) (табл. 1).

Таблиця 1.

Розподіл (%) асоціацій за класами психосемантичного словника

Класи асоціацій			
По схожості		По суміжності	Інші асоціації (емоційно забарвлені)
детермінаційні	класифікаційні		
7	56	28	9

Детермінаційні асоціації по схожості, що становлять 7% в структурі психосемантичного словника у військових льотчиків-курсантів, відображають процесуальні ознаки моделі об'єкта, наприклад «камера згорання – процес подачі палива». Класифікаційні асоціації по схожості, які складають 56% у психосемантичному словнику, характеризують непроцесуальні ознаки, елементи

обладнання, кількісні показники параметрів тощо, наприклад, «камера згорання – авіаційний двигун». Асоціації по суміжності (28%) відображають зв'язки словосполучення-стимулу з іншими приладами та системами, а також функції персоналу, наприклад «ПРМГ – з її допомогою я контролюю відхилення по глісаді». 9% складають асоціації, які мають здебільшого емоційно-забарвлений характер, наприклад, «літак «Л-39» – чайка».

30% у психосемантичному словнику військових льотчиків-курсантів займають семантичні універсалиї. Семантичні універсалиї – це асоціації на словосполучення-стимул, що використовувались двома та більше респондентами.

Дані асоціативного експерименту вказують на те, що респонденти мають добре розвинені концептуальні уявлення про структурну організацію об'єкта льотної праці, так як переважаючими у них є класифікаційні асоціації по схожості.

Оскільки процес формування концептуальної моделі є довготривалим явищем, то рівень сформованості детермінаційних асоціацій по схожості та асоціацій по суміжності можна вважати достатнім, визначаючи його як основу для подальшого розвитку концептуальних уявлень про процесну спрямованість та взаємозв'язки об'єкта льотної праці.

На нашу думку, розвивати концептуальні уявлення можна, структуруючи даний процес на декілька етапів: попередня підготовка на тренажері (наприклад, використання модифікованих макетів приборних дошок); тренування у кабіні літака (включення у роботу інтелектуальних завдань, зокрема процесу програвання уявних дій).

Висновки

Визначені нами особливості уявлень майбутніх військових льотчиків-курсантів про модель об'єкта льотної праці виступають основою для створення у них в подальшому цілісної внутрішньої картини взаємозв'язків між параметрами та фазами технологічних процесів, різними видами обладнання і технічними системами, що забезпечить ефективність та надійність їх професійної діяльності.

Список літератури

1. Зинченко В. П. Анализ деятельности человека–оператора // Образ и деятельность / В. П. Зинченко. – М. : Издательство «Институт практической психологии», Воронеж : НПО «МОДЕК», 1997. – С. 511–536.
2. Обознов А.А., Волков Э.В., Чернецкая Е.Д., Исследование концептуальных моделей у операторов атомных станций методом ассоциативного эксперимента // Экспериментальная психология, 2011, том 4, № 1, с. 57–64

М.А. Абисова, к. філос. н., доц.,
Т.Г. Шоріна, к. філос. н., доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Турист як кочівник у сучасному столітті авіації

У статті з феноменологічної та культурологічної точки зору розглядається сучасний феномен масового туризму й нова культурна ідентичність «людини-кочівника». Відзначається, що сучасний час високих швидкостей і темпів руху трансформує колишнє уявлення людини про соціальний простір, час та саму природу соціального.

З настанням ХХ століття з'явилося величезне різноманіття «систем мобільності», включаючи телефонний, автомобільний зв'язок, швидкісні потяги, цивільну авіацію, бюджетні авіаперельоти, мобільні телефони, мережеві комп'ютери та ін. Масштаби руху та переміщення людей у транспортних вузлах і вузлах зв'язку чимдалі більше зростають. В аеропорти всього світу з 2010 р. щорічно прилітають понад мільярд людей (тоді як, наприклад, в 1950 р. лише 25 мільйонів). Якщо у 1800 р. люди в середньому переміщувалися на 50 м в день, то тепер подорожують на 50 км. Сьогодні всі разом громадяни світу долають по 23 мільярди кілометрів щорічно [1, с. 197]. Тому закономірно, що кінець ХХ – початок ХХІ ст. називають «епохою туризму». З локальної соціальної практики туризм перетворився на один із пріоритетних напрямків розвитку сучасного суспільства. Колись туризм вважався явищем елітарним, тепер же він став символом масової соціальної мобільності й сучасного культурного споживання.

Термін «туризм» відомий з ХІХ ст., проте як соціальний феномен туризм стає предметом наукового дослідження лише з другої половини ХХ ст. Соціокультурний аналіз туризму представлений у дослідженнях таких авторів, як З. Бауман, Д. Бурстин, Е. Кoen, Д. Маккенел, С. Роджек, Д. Уррі, У. Ханнерз, Д. Херрісон та ін. Глобальна мобільність і туризм породжують відповідний тип людини – людини-туриста, або людини-кочівника. Звідси пильна увага філософів до проблеми «номадизму» (від слова «номад» – «кочівник»), такого способу життя, який пов'язаний із систематичним або тимчасовим переміщення окремих груп населення, обумовленого характером виробництва і/або способом життя. Феномен номадизму досліджувався низкою дослідників, серед яких необхідно назвати Ж. Атталі, З. Баумана, Ф. Гваттарі, Ж. Дельоза, М. Кастельса та ін. Зокрема, Ж. Атталі у 1980-х рр. використовував термін «номадизм», щоби передбачити нову еру, коли багаті й неприхильні до рідних країв представники еліти будуть літати по світу у пошуках розваг та нових можливостей, а бідні, але такі ж відсторонені від батьківщини робітники стануть мігрувати у пошуках кращого життя. Він також припускав, що майбутні кочівники – це не просто мандрівники, які не мають певного місця дислокації, але люди, які не мають зв'язків з такими інститутами, як держава, нація та сім'я [2]. Іспанський соціолог М. Кастельс

писав про два види кочової мобільності – віртуальну (у просторі мережі Інтернет) та глобальну (тілесне переміщення) [3].

Феноменологічно культуру можна описувати як співвідношення досвіду «Дому» й досвіду «бездомності». Дім архетипічно постає уявним центром світу для людини, з ним також пов'язано визначення меж між простором внутрішнім (своїм) – освоєним, зрозумілим, захищеним та простором зовнішнім – хаотичним, безформним, неосвоєним, незрозумілим, небезпечним. Раніше стратегія поведінки людини залежала від того, чи перебувала вона вдома або поза його межами, що знаходило відбиття у ритуалах, традиціях, звичаях. У стародавню епоху домівка усвідомлювалася як квінтесенція освоєного людиною світу. У міфі образ дому відіграв роль смислового центру, навколо якого групуються інші міфологеми та образи.

Специфіка культури може бути охарактеризована з точки зору причин, мотивів і життєвих цілей людини, яка зазнала досвід розставання з Домом. Цей досвід може переживатися як досвід самотності, свободи, творчої можливості, або, навпаки, як досвід тривоги, тілесної й душевної невлаштованості.

Історія подорожей як добровільна відмова від Дому безпосередньо пов'язана з основними віхами людської цивілізації. Туризм тісно пов'язаний з подорожжю й може бути описаний як історично зріла форма подорожей, однак відмінностей між ними більше, ніж подібностей. Як соціокультурне явище й галузь економіки туризм заявляє про себе лише в постіндустріальному суспільстві, в якому «економіка послуг» та «економіка відчуттів» змінює «економіку виробництва». Зростання доходів і вільного часу в населення завдяки досягненням індустріалізму обумовлюють пропагування туризму як виду дозвільної практики, в процесі якої відновлення працездатності поєднується з культурно-пізнавальною, духовно-моральною, розважальною та рекреаційною діяльністю. Мотивація туристського попиту невпинно ускладнюється. Поряд з рекреаційною, розважальною мотивацією все більше значення набувають й інші цілі. Вони різноманітні: пізнавальні (поглиблення знань про історію та сьогодення людства); спортивні (підготовка та участь у змаганнях та іграх на професійному та аматорському рівнях); професійно-ділові (обмін досвідом, професійне навчання); релігійні (паломництво; вивчення різних релігійних традицій); ностальгічні (відвідування родичів, місць історичного проживання) та ін.

Метою туризму є нове переживання. Турист свідомо та систематично шукає пригод, його вабить новизна переживань, оскільки радості давно знайомого увійшли у звичку. Турист хоче занурення в незнайому, екзотичну атмосферу, але за умови її безпеки й пластичності (приймає будь-яку форму за його бажанням). Те, до чого прагне турист, можна визначити як право не нудьгувати та бути свободним від всього, крім естетичного виміру. Все більшою мірою туристські об'єкти в усьому світі набувають характеру декораційно-імітаційних реставрацій та відновлень історичних об'єктів. «Яскравіші» та більш привабливі імітації заміняють історико-культурну автентичність.

Відповідно до думки давньоримського філософа Сенеки, душевно здорова людина задовольняється своєю домівкою, її нікуди не тягне на відміну

від хворої душі, спраглої до мандрів. У туриста є домівка, однак формування нової глобальної культури змушує переосмислити традиційні уявлення про «Дім».

У якій би країні не народилася сучасна людина, середовище її проживання набуває гігантського розширення і в смисловому, і в територіальному аспекті. Постійна мобільність, пов'язана з використанням нових форм зв'язку, отриманням інформації та навігації, докорінно змінює спосіб життя людей, ставить під сумнів сам факт стійкості культурної й національної ідентичності особистості. Нові, гібридні форми мобільності поступово набувають характеру буденності, стаючи культурою повсякденності. Але, у міру того, як туристичні вилазки частішають і вони поглинають більше часу, коли схильність до подорожей перетворюється на образ життя, з'являється проблема виявлення і впізнання серед відвідуваних місць «свого» Дому. Наростаючий розвиток глобальної туристичної індустрії, що дозволяє туристові всюди відчувати себе «як вдома», робить розрізнення між «там» і «тут» практично невідчутним.

Туга за Домом проявляється в туриста не у бажанні бути «в», а у мрії вийти «із». На думку З. Баумана, туга за рідною домівкою – не єдине почуття туриста, ще одним є страх прив'язатися до дому, прив'язатися до місця, а значить, втратити можливість відходу з нього. Подорож, як і раніше, залишається реалізацією мрії та планів, «поглядом за горизонт», тому що повсякденність вбиває, а подорож рятує від рутини буднів. Туризм є одночасно і полем свободи, й способом її отримання через подолання бар'єрів несвободи. У зв'язку з цим, актуальними стають питання, пов'язані з вивченням нових практик туризму, що виникають під впливом сучасних глобалізаційних процесів та формують нові ідентичності. «Дім» маячить на горизонті туристського життя як дика суміш «притулку» і «тюрми».

Висновки

На тлі глобальних змін людського соціуму та природного середовища виникає проблема формування нового типу суспільної свідомості й поведінки, що відбиває принципово нові потреби людей XX й початку XXI століть. Однією з таких потреб є тяга до подорожей і туризму, що неухильно зростає. Індивід перетворюється на «кочівника», він десакралізує й знецінює унікальність свого «Дому», оскільки домом для нього стає весь світ.

Список літератури

1. Урри Дж. Мобильности // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2012. – № 5 (111). – С. 197–252.
2. Аттали Ж. На пороге нового тысячелетия: [пер. с англ.] / Жак Аттали. – М.: Междунар. отношения, 1993. – 135 с.
3. Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе. – Екатеринбург, 2004. – 328 с.
4. Бауман З. От паломника к туристу / Зигмунд Бауман // Социологический журнал. – 1995. – № 4. – С. 133–154.

Л.В. Барановська, д-р пед. наук, проф.
(Національний авіаційний університет, Україна)

Загальноєвропейські цінності та особистість сучасного вітчизняного студента

У статті виявлено значущість для сучасного вітчизняного студента загальноєвропейських цінностей. Зроблено їх аналіз з використанням «Хартії основних прав Європейського Союзу». З'ясовано дефініцію поняття «загальноєвропейські цінності», приділено увагу характеристиці важливих для становлення прогресивного компетентного фахівця таких цінностей, як гідність, свобода, рівність. Обґрунтовано закономірність захисту студентською молоддю цих цінностей, оскільки протягом останніх двох десятиріч вона є активною учасницею демократичного реформування освіти в Україні.

Вітчизняне студентство є саме тим прошарком українського соціуму, для котрого аксіологічний аспект соціального буття нині є особливо актуальним. Це покоління, яке народилось у незалежній державі, за його пам'яті Україна демонструвала не лише наміри називатись країною демократизму, соборності, рівності, справедливості. Це молодь, особистісне, громадянське, професійне становлення якої співпало з упровадженням у вітчизняну систему загальної середньої та вищої освіти парадигми педагогіки співробітництва, методології особистісно зорієнтованого підходу, принципу людиноцентризму. Це саме ті об'єкти професійної підготовки у вітчизняних вишах, інтелект, здібності, моральні якості, компетенції яких сформовані засобами та методами персоніфікованого, суб'єктивованого навчання й виховання. З огляду на дане, закономірним є несприйняття ними будь-яких проявів авторитаризму, заснованого на деспотизмі, менторстві, консерватизмі як в академічному середовищі, так і загалом у суспільстві. Молодь прагне самостійності, прояву ініціативності, вияву креативності, запалу максималізму, що є виявом закономірностей розвитку особистості в юнацькому віці. У сучасної студентської молоді наявні орієнтири, критерії щодо ставлення до соціуму, довкілля, людської моралі, соціальних відносин. Тобто, основою її різнобічної активності є цінності. Студент ВНЗ – майже сформована особистість, через це для нього як для соціального індивіда ключовими є соціальні цінності (ієрархічно розташовані значення, що впорядковують для людини Всесвіт, довкілля, соціальні відносини) [2, с. 1].

Останні роки української історії засвідчили європейську векторність нашої політичної, економічної й культурної перспективи, що неминує спричинило трансформацію наших національних цінностей у цінності загальноєвропейські. Першими це продемонстрували демократично виплекана молодь і студенти під час Революції Гідності.

Студент вищого навчального закладу формується як майбутній фахівець у різних видах діяльності. Діяльність – це система взаємодії суб'єкта зі світом, що постійно змінюється і в процесі якої формується, втілюється в

об'єкті психічний образ та реалізуються відносини суб'єкта. Навчальна активність студента реалізується у педагогічній діяльності, яка має структуру, характерну будь-якому видові діяльності: мета, суб'єкт, об'єкт, сукупність дій та операцій, результат. Однак її зміст є особливим, що детермінується *специфікою мети педагогічної діяльності*: формування компетентнісного, здатного до постійного професійного самовдосконалення та особистісного самовизначення фахівця; *оригінальністю змісту способів виконання дій та операцій*, за допомогою яких реалізується даний вид діяльності: це студентоцентровані способи та прийоми передачі системи професійних знань, умінь і навичок. Має свої *особливості* й очікуваний від такої діяльності *результат*: це не окремі матеріальні блага чи елементи духовної культури, *це інтегроване соціально-психологічне та професійно-предметне новоутворення* – компетентний фахівець із набутим досвідом когнітивної діяльності, зафіксованим у вигляді знань; досвідом здійснення відомих людям способів діяльності за допомогою умінь та навичок, досвідом творчої діяльності, досвідом мотиваційно-ціннісних та емоційно-вольових ставлень.

Студент є *об'єктом* педагогічної діяльності, оскільки саме на нього спрямована пізнавальна, практична, творча, емоційно-оцінна активність науково-педагогічного працівника – *суб'єкта* цієї діяльності. Однак, на відміну від інших видів діяльності, саме змістово-методичною активністю педагога він поступово перетворюється на суб'єкта – рівноправного учасника процесу професіоналізації. Це зумовлено тим, що продукти діяльності викладача матеріалізуються у психічному обличчі іншої людини: у її знаннях, уміннях, навичках, рисах характеру. *Своєрідність даного об'єкта* полягає в тому, що він є *суб'єктом* іншого виду діяльності – навчальної: ігрової, дослідницької, комунікативної. Об'єктом діяльності студента є наукова, теоретична і практична інформація, якою він має оволодіти. Продуктами його діяльності є усні, письмові, графічні відповіді. Таким чином у студента як суб'єкта діяльності є своя мета, свій об'єкт, свої способи досягнення мети, свої можливості [1].

Навчання студентів, їхня професіоналізація відбувається не лише під впливом академічного середовища. Сучасні вітчизняні студенти мають активну громадянську позицію. Вони є супротивниками як деспотичної, авторитарної корумпованої влади, так і бездіяльного, безперспективного егоцентрованого існування чиновницького апарату, їх бентежить відсутність правосуддя в Україні, вони засуджують зовнішню агресію щодо нашої країни, працюють волонтерами, підтримуючи захисників незалежності. Це зумовлено тим, що особистісно зорієнтований підхід до навчання студентської молоді сприяв формуванню їх як самодостатніх особистостей із високим рівнем духовної культури, майбутніх інтелігентних спеціалістів, осіб із лідерськими якостями. Водночас значна кількість вітчизняних студентів вільно володіють англійською мовою, мають розвинені навички використання ІТ-технологій, що дозволяє їм долучитись не лише до професійно-інформаційного простору, а й жити за цінностями, властивими Європі і світові. З огляду на дане вважаємо доречним уточнення сутності категорії «загальноєвропейські цінності» та здійснення їх аналізу.

Ключовим документом для розуміння цього виду цінностей є «Хартія основних прав Європейського Союзу» [3]. Цей документ було проголошено 7 грудня 2000 року в Німці на засіданні Європейського Парламенту. Хартія складається з 54 статей, поділених на 7 розділів. Схарактеризуємо цінності, які особливо є актуальними для сучасної вітчизняної молоді. У 1-6 розділах тлумачаться фундаментальні цінності: гідність, свобода, рівність, солідарність, права громадян і правосуддя. 7 розділ регулює застосування цих документів.

Особливу значущість має 1 розділ «Гідність» (1-5 статті), оскільки в ньому закріплені права й гарантії, які забезпечують гідне життя людини в суспільстві: право на життя, заборона тортур, рабства. Зокрема право на особисту недоторканність передбачає право кожної людини на фізичну недоторканність і недоторканність психіки. У 2 розділі – «Свободи» (6-19 статті) – увага приділена громадянським і політичним свободам з прав людини: право на свободу й особисту недоторканність, на повагу до приватного і сімейного життя, захист інформації особистого характеру; свободу думки, совісті та віросповідання, свободу мистецтва та науки; акцентована увага на закріпленні таких соціальних прав, як право на освіту, свободу професійної та підприємницької діяльності; право на працю, власність, на притулок.

Норми щодо забезпечення рівності перед законом, недискримінація; культурне, релігійне й лінгвістичне різноманіття, рівність жінок і чоловіків, права дітей та людей похилого віку, осіб із фізичними вадами закріплені статтями 20-26 третього розділу («Рівність») Хартії.

Висновки

Прагнення вітчизняних студентів до запровадження в соціальне й професійне життя загальноєвропейських цінностей зумовлене тим, що Україна є незалежною європейською державою. Вона має стати країною добробуту, свідомих громадян і справедливих законів. Для них бути громадянином європейської країни означає бути гідним поваги, визнання й довіри.

Список літератури

1. Вітвицька С.С. Студент як об'єкт – суб'єкт педагогічної діяльності // Вітвицька Світлана Сергіївна. Основи педагогіки вищої школи. – Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – С.98.
2. Сакало. О.Є. Європейські цінності: сутнісні основи та практичне втілення. – Полтава: Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, 2015. – с. 106-109 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [/dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/4335/1/Sakalo.pdf](http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/4335/1/Sakalo.pdf).
3. Хартія основних прав Європейського Союзу [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/994_524.

*Н.В. Бем, канд. істор. наук, доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Заснування повітряної станції у Луганську: людиновимірний аспект

Тези присвячені першим крокам у будівництві та експлуатації аеропорту Луганська у 1931 році. Залучені архівні документи, які не були введені до наукового обігу.

Більшість доступних джерел показують, що історія Луганського аеропорту бере початок у 1946 р., коли в цілях поліпшення авіаційного обслуговування областей Української РСР розпочав свою роботу 285-й авіаційний загін. На нього було покладено авіаційне обслуговування Ворошиловградської області. Після багатьох перейменувань загін став Луганським об'єднаним загonom українського управління цивільної авіації Мінавіації СРСР. Саме 1964 рік вважається роком відкриття луганського аеропорту. Але мова у цих джерелах іде про аеропорт, який розташований на південь від міста, близько 18 км від центру. І тільки окремі повідомлення свідчать про те, що до Другої світової війни, біля селища Камброд був інший аеродром, який експлуатувався у 30-ті рр. Ця наукова розвідка присвячена саме йому і, в першу чергу, людям, чікими зусиллями створювалися повітряні лінії України.

Заснування повітряної станції на початку 30-х рр. було непростю справою. Роботи тоді проводилися с великими труднощами, адже не вистачало будівельних матеріалів, робочої сили, кваліфікованих кадрів. Вистачало лише ентузіазму, підігрітого активними пропагандистськими заходами влади.

Можна стверджувати, що у той час кадри вирішували все. Це стосувалося і будівництва Луганської повітряної станції, яка згодом була розбудована у аеропорт та аеродром.

Залучені архівні документи, які не були введені до наукового обігу.

Будівництво Луганської повітряної станції розпочалося на початку 1931 року. Було виділено земельну ділянку та призначено тимчасово виконуючого обов'язки начальника – механіка Лапшина. До літа 1931 р. літаки сідали на голе поле. Виділені матеріальні фонди не були реалізовані.

23 червня 1931 р. було призначено нового начальника – Лахира, який з ентузіазмом взявся до роботи. З призначенням Лахира було сформовано штат Луганської повітряної станції, до якого, крім начальника, входив механік Лапшин, моторист Пендюга, сторож Новіков, конюх Клевцов.

З прибуттям до Луганська Лахир виявив неабияку активність по розбудові аеродрому. Не вистачало матеріалів, транспорту, робочої сили. Процес будівництва гальмувала відсутність у штаті фахівців з будівельної справи. Начальник докладав великих зусиль, щоб реалізувати затверджені плани. Матеріалів для будівництва бракувало, виключенням була цегла та ліс, решту «добували на місці» без фондів.

Складною була ситуація з транспортом. Будівельна контора, яка мала б надавати транспорт для перевезення будматеріалів, не справлялася зі своїми обов'язками. Тому гужовий транспорт начальник ПС Лахир мусив залучати з

навколишніх сіл. Розмітка території була проведена у безоплатній формі, вся штатні працівники долучилися до цієї роботи під час суботника.

Наведемо витяг з листа Лахира до начальника відділу кадрів авіаційного управління від 28 листопада 1931 р.: «23 червня мною була прийнята станція від тимчасового НПС Лапшина... формально вона лише носила назву «станція», насправді я прийняв голе поле – шматок комкуватої землі з назвою «аеродром». Жодного натяку на станцію не було, між тим як лінія вже майже місяць працювала. Потрібно було з голими руками, без зв'язку, без засобів пересування розпочати роботу». Одночасно з будівельними роботами здійснювалася експлуатація авіалінії Харків – Луганськ, Луганськ сполучувався із столицею республіки. Ця лінія офіційно вважалася відкритою, проте у перші місяці її завантаженість залишалася низькою. Начальник взяв на себе і маркетингові функції – проведення агітаційно-роз'яснювальних заходів на підприємствах та установах Луганська. Була розміщена також реклама у газетах. Агітаційні заходи призвели до перевантаження лінії, польоти виконувалися на літаку К-4, на борт якого брали тільки 3-4 пасажирів.

Ще одним поточним завданням начальника станції була організація транспорту для доправлення льотного складу у місто для відпочинку, з цією метою у Луганську була орендована кімната.

З 2 серпня 1931 р. рейси припинилися на 2 місяці. Цей час керівник станції використав для облаштування злітно-посадочної смуги, адже у перші місяці основним розпізнавальним знаком було вогнище. У серпні-вересні до будівництва станції вдалося залучили робочих з інших будівельних майданчиків. З листа Лахира: «Розпочалося будівництво без жодної дошки, без жодного цвяха, попри це я вів його ...». Працівники станції взяли зобов'язання до 5 грудня 1931 р. завершити спорудження приміщень аеровокзалу, крім бензосховища. Є дані, що на потреби будівництва аеродрому тоді було виділено 24 тис. крб. Це кошти використовувалися суворо за призначенням: заробітна плата працівникам виплачувалася із додаткових коштів, одержаних за перевезення. Авіаційне управління 4 з половиною місяці не виділяло жодної копійки на заробітну плату штатних працівників.

У жовтні 1931 р. рейси відновилися, але тумани, які були характерні для цієї місцевості, перешкоджали регулярному авіасполученню. За документами, пасажирів 3 і 11 жовтня з ранку до опівдня чекали на виліт, проте погодні умови не давали змоги здійснити рейси. У результаті за жовтень було на лінії Харків-Луганськ було виконано 5 рейсів.

Всі ці зусилля першого штатного складу повітряної станції Луганська не були оцінені вищим керівництвом. Восени 1931 р. Лахира було звільнено з посади начальника ПС, оскільки, за документами, він «виявився слабим у питаннях експлуатації літакомоторного порядку», та призначало нового – Плотнікова. Розпочався новий етап будівництва та експлуатації Луганського аеропорту.

Список літератури

1. Центральний державний архів вищих органів влади та управління України. – Ф.184. – Оп.2л. – Спр.128. – Арк.44, 44 зв., 45, 46, 47.

*А.О. Вітченко, д-р пед. наук, проф.
(Національний університет оборони України
імені Івана Черняховського, Україна)*

Технологізація освітнього процесу у вищій школі

У доповіді висвітлюються теоретичні засади технологізованого навчання, аналізуються погляди на сутність технологізації вищої освіти, класифікації, вибору та застосування технологій навчання у вузівській практиці. Окрема увага приділяється психолого-педагогічним умовам технологізації освітнього процесу у вищій школі.

У контексті переходу на суб'єкт-суб'єктну, розвивальну, компетентнісну модель вищої освіти особливе значення надається технологізації освітнього процесу, спрямованої на чітке цілепокладання, алгоритмізацію навчання, підвищення якості навчально-пізнавальної, науково-дослідницької, професійно-практичної діяльності основних суб'єктів із застосуванням комп'ютерної техніки, інтернет-ресурсів, електронних баз даних, засобів телекомунікації, опануванням способів інтерактивної взаємодії. Звідси пояснюється посилена увага до проблеми класифікації, вибору та застосування технологій навчання у сучасній вузівській практиці.

Методологічне обґрунтування модернізації вищої школи через впровадження освітніх інновацій та інформаційних технологій, що забезпечують підвищення якості професійного навчання, посилюють конкурентоспроможність системи вищої освіти, сприяють зближенню освітньої галузі з наукою, знаходимо у фундаментальних працях В. Андрушенка, Б. Гершунського, В. Кременя, Л. Губерського та ін. Теоретичні основи реалізації технологічного підходу в освіті заклали своїми дослідженнями С. Батишев, В. Беспалько, М. Бершадський, Дж. Блок, Т. Гілберт, С. Гончаренко, Н. Гронлунд, В. Гузєєв, І. Дичківська, М. Кларін, М. Махмутов, О. Новиков, С. Сисєва та ін. Як стверджують сучасні методологи, пріоритетом вищої школи в постіндустріальному суспільстві є розвиток компетентного фахівця, “застосування в широкому масштабі інноваційних педагогічних технологій, що базуються на фундаментальних епістемологічних та герменевтичних аспектах педагогіки і дидактики, пов'язаних з мистецтвом розуміння та високою комунікативною культурою” [1, с.16-17]. Основну ідею технологізації професійної освіти її теоретики вбачають у тому, щоб “детально спроектувати педагогічний процес у всіх його складових компонентах – змісті, формах, методах учіння та викладання, в засобах навчання і т. ін. таким чином, щоб “гарантовано” (точніше, більш або менш прийнятно) отримати потрібний результат – досягнення запроєктованих освітніх цілей” [2, с.193].

Технологізація вітчизняної школи пов'язана як з використанням технічних засобів, розширенням доступу до інформаційних ресурсів, так і підвищенням вимог до організації навчання, його алгоритмізацією, чітким

формулюванням освітніх цілей, проектуванням змісту і результатів навчально-пізнавальної діяльності, відбором і застосуванням відповідних технологій навчання.

У педагогічній науці немає єдиного розуміння сутності технології навчання. В. Монахов розглядає технологію як “продуману в усіх деталях модель спільної педагогічної діяльності з проектування, організації і проведення навчального процесу з безумовним забезпеченням комфортних умов для учнів і вчителя” [3, с.7]. М. Махмутов витлумачує технологію як “запрограмований (алгоритмізований) процес взаємодії викладача та учнів, що гарантує досягнення поставленої мети” [4, с.5]. В українському педагогічному словнику С. Гончаренка під цим терміном розуміється “системний метод створення, застосування й визначення всього процесу навчання і засвоєння знань, з урахуванням технічних і людських ресурсів та їх взаємодії, який ставить своїм завданням оптимізацію освіти” [5, с.331]. У наведених визначеннях чітко простежується думка про особистісну спрямованість технологізованого освітнього процесу, в якому вибір методів і засобів навчання зумовлений особливостями, потребами, можливостями, пріоритетами розвитку його суб’єктів.

У педагогіці вищої школи не існує загальноприйнятої класифікації технологій навчання. Наприклад, класифікація В. Ортинського містить лише сучасні технології навчання, серед яких виокремлюються “технологія модульного навчання, технологія розвиваючого навчання, особистісно орієнтована технологія, інформаційні технології, технологія дистанційного навчання, ігрова технологія, диференційована технологія навчання та ін.” [6, с.130]. До найпоширеніших технологій навчання, що застосовуються у вищій школі, М. Фіцула зараховує “диференційоване навчання, проблемне навчання, ігрові технології навчання, інформаційні технології навчання, кредитно-модульну технологію навчання, особистісно орієнтоване навчання” [7, с.171]. У зв’язку з вищевикладеним потребують уточнення застосовані вітчизняними дослідниками підходи до класифікації, адже під технологіями навчання подаються загальнодидактичні принципи (диференціація, особистісна орієнтація, розвивальна спрямованість) і системи (форми) навчання.

Не можна погодитись із намаганням окремих дослідників уніфікувати педагогічні технології, звести їх до якогось окремого типу, розподілити їх за надуманими ознаками (віковими, гендерними, професійними тощо). Зокрема С. Змейов виокремлює лише педагогічну й андрогонічну технології навчання [8, с.102]. Сумнівним є поділ технологій на перспективні (прийнятні для широкого використання) і оптимальні (для конкретних умов навчального закладу) [9, с.17]. Твердження С. Вітвицької про те, що “будь-яка педагогічна технологія – це інформаційна технологія, оскільки основу технологічного процесу навчання складає інформація та її рух (перетворення)” [10, с.170], вважаємо хибним з таких міркувань:

– по-перше, критерій інформативності (передавання та перетворення інформації) не може бути використаний для класифікації технологій навчання, бо кожна з них тією чи іншою мірою спрямована на опанування

інформаційних ресурсів, формування на їх основі відповідних знань, умінь і навичок;

- по-друге, навчання не слід ототожнювати з процесом передавання й оброблення навчального змісту. Технологія спрямована на ефективне засвоєння студентами певного обсягу предметних знань, але разом з тим передбачає опанування ними необхідних способів комунікації, прийомів і видів діяльності, досвіду тощо;

- по-третє, технологізація навчання не обмежується введенням технічних засобів, а тому неприйнятною є пропозиція використовувати замість терміну “педагогічні технології” термін “технічні інформаційні технології”. Більшість науковців розглядають комп’ютери і телекомунікаційні ресурси лише як один із засобів, що доповнює, посилює, активізує методи і прийоми навчання.

Незважаючи на наявність дискусійних питань щодо технологізації освітнього процесу у вищій школі та класифікації педагогічних технологій, безсумнівно є пріоритетність технологій кредитно-модульного, проектного і проблемного навчання, нових інформаційних та інтерактивних технологій, що відповідають сучасним тенденціям розвитку вищої школи, забезпечують компетентісний підхід до підготовки фахівців з вищою освітою.

Результативність технологізації освітнього процесу у вищій школі залежить від дотримання таких психолого-педагогічних умов:

- сприятливий психологічний клімат;
- суб’єкт-суб’єктний характер міжособистісних відносин та інтерактивність освітньої взаємодії;
- позитивне сприйняття технологічних інновацій у науково-педагогічному середовищі, інноваційність мислення керівників і викладачів;
- конкретність педагогічного цілепокладання;
- застосування актуального навчально-методичного і матеріально-технічного забезпечення;
- широкий доступ до інформаційних ресурсів;
- належний рівень особистісного розвитку, освітньо-професійної підготовки студентів, їх мотивованості та зацікавленості в досягненні позитивних результатів;
- налагодження постійної інтерактивної комунікації суб’єктів навчання, побудованої на взаєморозумінні та взаємоповазі, діалозі, освітній кооперації і співтворчості тощо.

Технологізація освітнього процесу у вищій школі передбачає поступове зменшення провідної ролі викладача в його організації, перетворення діалогічного способу засвоєння нових знань на полілог, перенесення акценту на взаємонавчання студентів. Такий підхід ґрунтується на результатах досліджень американських психологів, які розробили так звану “піраміду навчання” та довели пріоритетність активного навчання, впровадження інтерактивних технологій, що забезпечують розвиток критичного і креативного мислення, відпрацювання практичних умінь

розв'язання проблем, набуття досвіду міжособистісної взаємодії та комунікації, формування культури спілкування.

Результативність технологізованого навчання не забезпечується вибором якоїсь однієї технології. Вона залежить від того, якою мірою обрані методи і засоби відповідають навчальним цілям, рівням особистісного розвитку і фахової підготовки студентів, ураховують особливості освітнього змісту тощо [11, с.86]. Технологізація освіти не підміняє традиційну лекційно-семінарську систему, а спрямована в першу чергу на її оптимізацію, інтенсифікацію і модернізацію, що відповідає критеріям успішного функціонування освітньої галузі у сучасному інформаційному суспільстві.

Список літератури

1. Кремень В. Г. Освіта і наука України : шляхи модернізації (Факти, роздуми, перспективи). – К. : Грамота, 2003. – 216 с.
2. Профессиональная педагогика : учеб. / под ред. С. Я. Батышева, А. М. Новикова. – Изд. 3-е, перераб. – М. : Изд-во ЭГВЕС, 2009. – 456 с.
3. Монахов В. М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса. – Волгоград : Изд-во ВГПУ, 1995. – 193 с.
4. Махмутов М. И. Педагогические технологии развития мышления учащихся / М. И. Махмутов, Г. Ибрагимов, М. Чошанов. – Казань : ТГЖИ, 1993. – 88 с.
5. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. – К. : Либідь, 1997. – 376 с.
6. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 472 с.
7. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. – К. : Академвидав, 2006. – 352 с.
8. Змеєв С. И. Андрогогика: основы теории и технологии обучения взрослых : монография. – М. : ПЕРСЭ, 2003. – 207 с.
9. Перспективні освітні технології : наук.-метод. посіб. / за ред. Г. С. Сазоненко. – К.: Гопак, 2000. – 560 с.
10. Вітвицька С. С. Основи педагогіки вищої школи : метод. посіб. – К. : Центр навчальної літератури, 2003. – 316 с.
11. Вітченко А. О. Технології навчання у вищій військовій школі: теорія і практика : навч.-метод. посіб. / А.О. Вітченко, В.І. Осьодло, С.М. Салкуцян. – К. : Вид-во НУОУ, 2016. – 272 с.

И.И. Вржесневский,
канд. наук физ. восп. и спорта, доц.,

Л.А. Шип
(Национальный авиационный университет, Украина, г. Киев)

Физическое воспитание студентов как философско-антропологический конструкт

У матеріалі розкриваються особливості фізичного виховання студентів у філософсько-антропологічному аспекті. Зроблена спроба визначити місце «тілесності» у системі орієнтирів сучасної людини. Запропоновано розглядати фізичне виховання у площині компенсаційного потенціалу фізичної культури

Усовершенствование физического воспитания студентов предполагает не только обобщение практического опыта, но и теоретическое осмысление данной проблемы, открывающие новые перспективы ее решения. В этой связи, учитывая современные социокультурные контексты и общецивилизационные вызовы, имеет смысл обратиться к философско-антропологическим обоснованиям физического воспитания. Их эвристический потенциал содержит ряд идей указывающих на все еще недостаточно использованные возможности становления современной культуры телесности.

Развитие общества на современном этапе привело к созданию особой техногенной среды обитания, в которой человек с детства привыкает пренебрегать своей телесностью в угоду когнитивным и социально-бытовым аспектам. В треугольнике координат между реальной жизнью, виртуальной жизнью и желаемой жизнью – «желаемое» и «виртуальное» становятся между собой все ближе, практически рядом, а «реальное» вытесняется на задний план. *Желаемое человеком часто тщательно скрывается (но внешне проявляется в амбициях) и ограничено только «полетом мысли». Виртуальное существует при определенных условиях и этими условиями ограничено (при отсутствии этих условий виртуальное исчезает).* Этот феномен информационного общества особенно сильно отражается на отношении молодого человека к реальному физическому состоянию своего тела. В условиях, происходящих в социуме и в сознании людей, обозначенных трансформаций философско-антропологический подход, позволяет нам стимулировать размышления о возможных перспективах человеческой телесности в контексте воспитания подрастающей молодежи.

Учебную дисциплину «Физическое воспитание» в контексте теоретического знания можно рассматривать как ретранслятор физической культуры (которая, в свою очередь, является органической частью общечеловеческой культуры). Физическая культура на каждом этапе развития общества выходит из присутствия биологического, физиологического или другого естественного материала в социально-психологическом контексте человека.

Так, еще в античности, систематически занимающихся физическими упражнениями было принято делить на «атлетов» и «гимнастов». Отдельно рассматривались воины, которые априори регулярно тренировались в беге в тяжелом вооружении, фехтовании, метаниях, стрельбе из лука и в других прикладных упражнениях. Можно говорить, что уже тогда сформировались основные направления использования потенциала физической культуры: «атлеты» – представители спорта высших достижений; «гимнасты» – оздоровительное использование физических упражнений; «воины» (моряки, пожарники и т.п.) – профессионально-прикладная физическая подготовка. В целом, подобная классификация существует до сих пор (с разнообразными коррекциями и интерпретациями), но произошло существенное смещение акцентов. Спорт высших достижений стал достаточно высоко оплачиваемой профессиональной деятельностью. Современные «гимнасты» (реализуя девиз Сократа – «познай самого себя!») принимают участие в массовых соревнованиях и осваивают разнообразные двигательные практики. В профессионально-прикладной физической подготовке заметно сокращение профессий нуждающихся в особой физической подготовленности, но само направление сохранилось.

При этом практика использования потенциала физической культуры в современном обществе все более начинает приобретать компенсирующий характер. На это в частности обращает внимание Й. Хейзинг в работе «Ното Ludens» (1938 г.). По его мнению, спорт способствует выражению агональных инстинктов, а вот присущий человеку игровой фактор успел «отмереть». Второе замечание явно надумано, поскольку человечество продолжает постоянно продуцировать все новые и новые спортивные игры, несмотря на жесткую конкуренцию настольных и виртуальных игр.

Как известно компенсационный характер современной физической культуры выражается не только в возможности поучаствовать в спортивных противостояниях и реализовать свои агонистические инстинкты, или привлечь игровой элемент в свою жизнь. Основной компенсаторный элемент возникает в попытке противостоять все усиливающейся гиподинамии и в полной мере ощутить и оценить свои физические возможности.

В этом контексте вызывает беспокойство отношение украинского социума к физической культуре, физическому воспитанию и телесности в целом. И дело не только в том, что существуют противоположные позиции – от декларативной поддержки взглядов Декарта: «Я это совсем не то, что мое тело», до прагматического понимания Гольбаха: «Человек творение природы, не свободное от нее и ею ограниченное. Даже в рамках каждой из этих позиций может обозначено отношение к телесности – от негативного до позитивного. Кроме этого, немаловажно, что большинство людей в юношеском и молодом возрасте не рассматривают свое физическое состояние в контексте проблемного дискурса. Изъяны фигуры или внешнего вида – да, имеют для них значение, физическое состояние организма (функциональные системы, опорно-двигательный аппарат) – нет.

Феномен восприятия человеком окружающего мира в том, что «разум» визначально и безальтернативно рассматривается как базовый элемент

личности. В лимичной системе координат собственная телесность часто подразумевается как нетто данное, второстепенное по отношению к разуму (и в отличие от разума не нуждающееся в совершенствовании). Отправной точкой в мироощущении и мировосприятии большинства людей есть сознание. Не находясь в сфере ясного сознания телесное определяется как инструмент, приспособление по отношению к разуму. В этом контексте «приспособление» не нуждается в особом внимании, постоянном уходе.

В то же время телесная форма всегда была, и остается, чем-то значимым для большинства людей. Тут мы наблюдаем определенную амбивалентность, которую люди не всегда осознают. По результатам анкетирования проведенного в 2012-13 г. специалистами НУФВСУ среди женщин 1-го зрелого возраста занимающихся аквааэробикой 75% опрошенных регулярно занимались физическими упражнениями ради «коррекции форм тела». Аналогичный анкетный опрос студентов НАУ I курса в 2015 г. дал следующие результаты: 75% юношей и 81% декушек готовы заниматься физическими упражнениями ради «хорошей фигуры». Таким образом можно говорить о том, что «товарный вид» для большинства людей разного возраста значительно более важен, чем функциональное состояние организма, физическая подготовленность, трудоспособность и возможность активного долголетия. В то же время долгосрочные профессиональные и жизненные перспективы человека невозможно без существенных регулярных усилий по отношению к собственной телесности.

Выводы

Затронутая тема выходит за рамки тезисного изложения и требует дальнейших исследований в контексте междисциплинарного подхода.

Список литературы

1. Вржесневський І.І., Пахомов В.І. Фізична культура особистості в контексті трансформації інформаційного суспільства // Дні науки філософського факультету – 2010: Міжнародна наукова конференція, 21-22 квітня 2010 р. Матеріали доповідей та виступів. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – Ч. II. – С. 129-130.
2. Култаєва М.Д., Навроцький О.І., Шеремет І.І. Європейська теоретична соціологія XX-XXI століття: Навчальний посібник. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 328 с.
3. Ибрагимов М.М. Философия спорта как новый антропологический проект: монография / М.М. Ибрагимов. – К.: НУФВСУ, изд-во «Олимп. лит», 2014. – 296 с.

*В.М. Гребенніков, канд. істор. наук, проф.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Створення славетного вітчизняного ДКБ О.К. Антонова

Розглядаються перші тернисті кроки формування Дослідно конструкторського бюро О.К. Антонова та переведення його з Новосибірська до Києва

Історичною подією для української авіації стало створення та діяльність Дослідно-конструкторського бюро О.К.Антонова. Започаткування його відноситься до 31 травня 1946 р., коли філію Новосибірського авіазаводу № 153 уряд СРСР перетворив на нове конструкторське бюро, а його головним конструктором призначили Олега Костянтиновича Антонова. У 1952 р. конструкторського бюро було переведено до Києва [1, с.182].

Кажучи про становлення Олега Костянтиновича як конструктора, слід відзначити, що ще змалку в Саратові він захопився авіацією, де разом з товаришами створив «Клуб любителів авіації» і навіть випускав рукописний журнал. Вже студентом Саратовського університету з 1923 р. почав створювати власні планери і був членом «Товариства друзів Повітряного флоту», а за оригінальний планер «Голуб» був нагороджений грамотою. Аналізуючи принципи планеризму, у 1924 р. він публікує свою першу брошуру «Простейшие модели планера из бумаги», а через рік – вже перероблену працю. Під час навчання у Ленінградському політехнічному інституті на відділенні гідроавіації корабельного факультету (1925-1930 рр.), Антонов створює учбові планери ОКА-3, «Стандарт-1» та інші [2, с.1].

Після завершення навчання в інституті, і отримання інженерної освіти, досить складним виявився шлях О.Антонова до створення самостійного Дослідно – конструкторського бюро. З грудня 1930 р. він працює в Москві начальником Центрального бюро планерних конструкцій Осоавіахіму і продовжує створювати планери, а з 1933р. – в Тушино – головним конструктором планерного заводу.

Планери Антонова серії «Рот-Фронт» стали рекордсменами дальності польоту, за створення яких у серпні 1933 р. він був відзначений грамотою ЦВК СРСР. Усього з 1923 по 1960 р. О.К.Антонов створив 52 типи планерів різного призначення [3, с.3].

У 1938-1940 рр. Антонов працює провідним інженером по навчально-тренувальним літакам в ОКБ О.С.Яковлева; а з 1940 р. головним конструктором авіазаводу №23 (м.Ленінград). Побудував літак зв'язку ОКА-38 (копія німецького літака Фізелер Fi-156 «Шторх»). Навесні 1941 р. призначений головним конструктором авіаційного заводу в м. Каунас (Литва), де мав налагодити серійний випуск літака ОКА-38. Проте робота над впровадженням літака в серію була перервана війною[1, с.182].

О.К. Антонову доручили урядове завдання організувати виробництво багатомісного десантно-транспортного планера А-7, розробленого ним у 1940 р. У жовтні 1941 р. планерний завод евакуювали в м. Тюмень, де випустили

понад 500 транспортних планерів. В цей же час Антонов створює «крилатий танк» – оригінальний планер для транспортування легкого танка, який злітав завдяки буксиру важкого бомбардувальника ТБ-3 конструкції А.М.Туполева. Планер А-7 під час війни широко використовувався для забезпечення партизан, за що О.К.Антонов був нагороджений медаллю «Партизану Отечественной войны» 1-го ступеня.

Ще у жовтні 1940 р. у О.К.Антонова виникла ідея створити багатоцільовий літак короткого злету і посадки для обслуговування важкодоступних районів країни, задоволення потреб сільського господарства і застосування в якості легкого військово-транспортного літака [4. с.1]. Однак розроблений на ленінградському заводі № 23 ескізний проект експерти НДІ ВПС у лютому 1941 р. Відхилили за малої швидкості польоту – не більше 300 км/год., не врахувавши перспективи тихохідного біплана.

У 1943 р. О.Антонов повернувся до КБ О.С.Яковлева, де працював заступником головного конструктора до 1945 р.. Тут він багато сил віддав вдосконаленню винищувачів «Як» – одних із самих масових літаків Другої світової війни. При цьому він не відмовився від ідеї створення вантажного літака – біплана. О.Антонов у серпні 1944 р. закінчує переробку свого проекту на вантажний літак-біплан «Везделет» та направляє його на експертизу до НДІ ВПС і отримує негативне заключення. На початку 1945 р. він запропонував О.С.Яковлеву побудувати його на заводі №115 НКАП, але отримав відмову. Тому вже після війни, в серпні 1945 р., впевнений у своїй правоті, він звернувся до Яковлева з проханням звільнити його від обов'язків першого заступника і дозволити впритул зайнятися біпланом [4. с.1]. В якості компромісу він запропонував О.К. Антонову поїхати до Новосибірська й очолити філію свого ДКБ при заводі № 153 ім. В.П.Чкалова. У жовтні 1945 р. О.К. Антонов став керівником цієї філії. Допрацьований новий проект літака О.Яковлев 26 січня 1946 р. підтримав і рекомендував його побудувати. Колегія МАП за цієї рекомендації прийняла рішення про будівництво літака, а 6 березня 1946р. за наказом Міністерства авіаційної промисловості В.М.Хрунічева при заводі № 153 було утворено нове самостійне ДКБ № 153 на чолі О.К. Антонова. Цим наказом ставилося завдання спроектувати і побудувати одномоторний вантажний літак з двигуном АШ-62ІР з максимальною швидкістю на висоті 1750 м.– 270 км/год; дальність з вантажем 1000 кг.- 1300 км; довжина розбігу 65м; екіпаж –2 чоловіки. 31 травня 1946р. вийшла постанова ЦК ВКП(б) і РМ ССР 1145-171, яка затвердила рішення МАП про створення ДКБ – 153 і побудову літака під індексом «Т»(транспортний). Ця дата вважається Днем народження фірми. В складі першого колективу антонівського ДКБ були працівники філії і авіазаводу – А.Батумов, О.Белопілецький, А.Болбот, А.Замятін, О.Кабанов, І.Непреев, Н.Нечаєв, І.Попов, Є.Сенчук та ін. [4. с.2].

О.К.Антонову довелося пережити зіткнення з бюрократизмом керівного апарату, з байдужістю до долі нових винаходів. Зокрема, багато співробітників ЦАГІ просто не хотіли займатися «літаком братів Райт», вважаючи, що в період реактивної авіації біплан не преспективен. [4. с.3 Від переживань у Антонова почалось загострення туберкульозу. Чотири місяців

він лікувався в санаторіях і лікарнях, а після ще довгий час приймав антибіотики.

У вересні 1946 р. на О.Антонова, поряд з керівництвом ДКБ, поклали обов'язки керівника Сибірського НДІ по авіації, де проводилася в аеродинамічній трубі продувка моделей літака. [2, с.2] .

Створення дослідного зразка під позначенням СХ-1 було завершено у липні 1947 р., а 31 серпня відбувся його перший випробувальний політ над Новосибірськом, політ "літаючої етажерки", як писала місцева газета Дослідні польоти проводив досвідчений льотчик-випробувач НДІ ЦПФ П.Володін. З невідомих причин про секретний політ у вечері того ж дня повідомила радіостанція «Голос Америки», а пізніше в НАТО цей літак отримав кодове обозначення "Colt"- жеребчик. У 1947-1948 рр. було проведено державні випробування з двома двигунами АШ-62ІР, АШ-21, а влітку 1948 р. СХ-1 проходив експлуатаційні випробування як сільськогосподарський літак у Кагарлицькому районі Київській області. Заключний етап виробничих випробувань за ініціативи провідного інженера НДІ ЦПФ Зазимко, випускника КПЦА, визначили Україну [4, с.5]. В результаті схвалення М. Хрущовим цього літака і звернення до керівництва СРСР з проханням про запуск його в серійне виробництво, Рада Міністрів СРСР 23 серпня 1948 р. видала постанову № 3187 про впровадження літака СХ-1 під позначенням Ан-2 в серійне виробництво в десантно транспортному та сільськогосподарському варіантах на київському авіазаводі № 473 [1, с.183; 4с.5].

Цього ж року в День повітряного флоту літак Ан – 2 прийняв участь у традиційному параді в Тушино. Далі Ан 2 пройшов випробування на Кавказі в складних умовах високогір'я і восени повернувся до Новосибірська.

Створення Ан-2 на малопотужному заводі у Києві потребувало значних інвестицій для його реконструкції. Завдяки діям нового директора заводу П. Шелеста, у травні 1950 р. вдалось випустити 4 літаки, а в червні почати серійне виробництво Ан-2 і виготовити до кінця року 46 машин [1. с.184]. Крім того П.Шелест ініціював переведення ДКБ О.Антонова до Києва і за підтримки М.Хрущова 19 травня 1952 р. МАП видало наказ спочатку про організацію на заводі № 473 представництва ДКБ-153 під керівництвом Є. Сенчука, а 2 грудня – про повне перебазування до Києва, яке отримало позначення ДСДКБ-473 (Державне союзне дослідно-конструкторське бюро) і нараховувало тоді 52 працівники [1. с.184]. Проте заводчани зіткнулися з новими негараздами, коли в кінці 1952 року уряд СРСР прийняв рішення припинити їх виробництво і розпочати випуск відсіків фюзеляжу бомбардувальника Іл-28. Кілька місяців було витрачено на підготовку технологічного процесу виготовлення нової продукції, але майже одразу після смерті Й. Сталіна – у квітні 1953 р. – МАП ухвалило рішення про відновлення випуску літаків Ан-2 на заводі у Києві. У 1955 р. заводу № 473 визначили випускати 350 літаків Ан-2 на рік. Цю "аннушку" завод до 1963 р., побудував у кількості 3164 таких машини. Крім Києва, Ан-2 випускали на заводі у підмосковному Долгопрудному, де в 1966- 1971 рр. було випущено 506 літаків 18 серій. Літак Ан-2 став першим в історії української авіапромисловості виробом, технологію виробництва якого передали за кордон – Польщі і КНР.

Авіаконструктор О.К.Антонов продовжував свою діяльність з розробки нових типів літаків.

Висновки

Створення ДКБ О.К.Антонова сталося завдяки активній творчій діяльності авіаконструктора, його принциповій позиції у відстоюванні перспективних проєктів літаків. ДКБ О.К.Антонов здійснило значний внесок в розвиток не тільки вітчизняної, але й світової авіації. Створені в його ОКБ літаки відрізняються універсальністю за конструкцією та довговічністю, літають і в наш час на усіх континентах земної кулі.

Список літератури

1. Харук А. Нарис історії авіаційної промисловості України (1910-ті – 1980-ті рр.): Монографія. – Львів: Вид. Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 304 с..
2. Авиационно-технический комплекс «Антонов»// АН Новости News. – 2006. – №1. – 4 с.
3. Кива Д.С. Олег Константинович Антонов – всемирно известный авиационный конструктор // До 100-річчя від дня народження Генерального конструктора О.К.Антонова, міжнар. наук.-техн. конф. Київ, Україна, 6 лютого 2006 р. Зб. доп.. – К.: Іннов.-видавн. центр «Холтех», 2008. – С.3.
4. АН-2 // Уголок неба. Авиационная энциклопедия [Електронний ресурс].-10 с.
5. Шахатуни Е.А. Ан-2: начало биографии// Авиация и время. 1997. – № 4. – С. 4

*Н.Г. Ісхакова, канд. політ. наук, доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Рефлексія як основний компонент діяльності спеціаліста авіаційної галузі

Стаття присвячена аналізу рівня розвитку рефлексивності спеціаліста як основного компоненту структури діяльності в авіаційній галузі. Розкрито особливості та значення рефлексії. У роботі звернено увагу на те, що рефлексивні процеси мають бути постійно присутніми у діяльності спеціаліста в авіаційній галузі. Тому рефлексивні уміння необхідно цілеспрямовано у них формувати. Рефлексія відіграє значну роль у процесі професійного становлення. Вона дає уявлення, знання про цілі, зміст, форми, способи, засоби діяльності, дозволяє критично поставитись до результатів своєї діяльності. Сформульований висновок про те, що необхідно застосовувати у робочому процесі форми рефлексії: усне обговорення, письмове анкетування, графічна фіксація шляхів розв'язання нових завдань.

Результатом рефлексивного аналізу професійної діяльності має стати продуктивне розв'язання професійних завдань.

Головними особливостями рефлексивного аналізу є професійна спрямованість та систематичність. Успіх залежить від багатьох факторів, серед яких важливими є мотиви, самостійність, ініціативність, цілеспрямованість. Підґрунтя їх пов'язане з внутрішніми рефлексивними процесами людини.

Фахівець авіаційної галузі піднімається на нову, більш високу сходинку: від роботи під керівництвом та контролем, переходить до самостійного аналізу власної професійної діяльності, оволодіває методом самонавчання. Наставник лише допомагає фахівцю розгорнути свої можливості, ставить перед ним професійні завдання, які вимагають аналітичного підходу. Саме уміння самостійно мислити, знаходячи потрібні для професійної діяльності знання, веде до розвитку професіоналізму та творчої активної особистості.

Розвиток професійних якостей відбувається самостійно, через здійснення рефлексії власної професійної діяльності.

Формування суб'єктності пов'язують з рефлексивними можливостями особистості. При цьому виділяють три сфери реалізації рефлексивних процесів:

- а) сфера реалізації діяльності та мислення, яка вимагає рефлексії дій;
- б) рефлексія як розуміння смислу міжособистісного спілкування;
- в) сфера самосвідомості, де рефлексія забезпечує розрізнення «Я» – не «Я».

Отже, можна стверджувати, що підґрунтя самостійності, відповідальності, ініціативності, тобто того, що входить у поняття «суб'єктність» пропонується шукати у внутрішніх рефлексивних процесах самої людини.

Рефлексія (від лат. reflexio – повернення назад) – процес самопізнання суб'єктом внутрішніх психічних актів та станів. Це поняття вперше почали використовувати у вітчизняній науці у 30-40-х роках минулого століття.

Поняття рефлексії виникло у філософії і означало процес роздумів індивіда про те, що відбувається у його власній свідомості. Рефлексія визначається як форма теоретичної діяльності суспільно розвиненої людини, спрямована на осмислення власних дій та їх законів: діяльність самопізнання, яка розвиває специфіку духовного світу людини. Дослідження присвячені проблемі та сутності рефлексії доводить, що у сучасній науці поки немає єдиного вичерпного розуміння цього феномену. У соціальній психології під рефлексією розуміють усвідомлення індивідом, як інші знають та розуміють його, його особистісні особливості, емоційні реакції, когнітивні уявлення. Рефлексія в освіті – процес усвідомлення суб'єктом власної навчальної діяльності. Ми будемо розуміти під рефлексією «дослідження діяльності, яка відбулася, з метою фіксації її результатів та підвищення її ефективності у подальшому [3].

Ми вважаємо, що розвиток мислення фахівця потрібно оцінювати виходячи з його можливостей теоретичного мислення. Одним з компонентів такого мислення є рефлексія, яка полягає у розкритті суб'єктом основ власних дій та їх відповідності задачам. Явище рефлексії полягає у тому, що суб'єкт пізнання сам для себе стає об'єктом пізнання. Рефлексія необхідна при пізнанні опосередкованого внутрішнього та суттєвого буття об'єктів. Її функції проявляються при аналізі людиною засобів власного пізнання і відношенні до його мети та умовам.

Рефлексія відіграє суттєве значення як для розвитку особистості, так і колективів, соціальних груп:

- рефлексія приводить до цілісного уявлення про знання, цілі, зміст, форми, способи та засоби своєї діяльності;
- дозволяє критично поставитись до себе та своєї діяльності у минулому, теперішньому та майбутньому часі;
- робить людину, соціальну систему суб'єктом своєї активності.

Формування фахівця як суб'єкта рефлексивної діяльності передбачає опанування ним такими уміннями: планування та організація власної діяльності, визначення професійних дій, необхідних для успішного результату.

Професійна діяльність, як один з основних видів діяльності людини передбачає наявність таких компонентів: саморегуляція, самооцінка, цілепокладання, планування, прийняття рішення, самоконтроль, мотивація, корекція.

В.В. Давидов виділяє два рівня рефлексії: формальну та змістову [1]. Якщо розгляд відбувається з метою розкрити, яким чином виконується дія, що конкретно потрібно зробити, щоб її виконати, то у цьому випадку людина усвідомлює основи даної конкретної дії. Цей рівень розгляду людиною основи своєї дії названий В.В. Давидовим формальною рефлексією. О.М. Новіков називає це самооцінкою. Якщо ж людина розмірковує чому дана дія виконується так, а не інакше, що є у цій дії причиною успішного її виконання у різних умовах, то такий рівень рефлексії В.В. Давидов називає змістовою. У цьому випадку відображається залежність дії від загальних та суттєвих умов її виконання. За думкою О.М. Новікова це і є власне рефлексія.

Для виконання повноцінної професійної діяльності фахівцю необхідно вміти проводити рефлексію власних дій як формальну так і змістову, а це передбачає цілий комплекс умінь:

- здійснювати контроль власних розумових та практичних дій;

- контролювати логіку розгортання своєї думки (суджень);
- визначати послідовність та ієрархію етапів діяльності, опираючись на рефлексію минулої діяльності через пошук її основ, причин, смислу;
- бачити у відомому – невідоме, у звичайному – незвичайне, тобто уміння бачити протиріччя, яке є причиною руху думки;
- здійснювати діалектичний підхід до аналізу ситуації, встати на позиції різних «спостерігачів»;
- перетворювати пояснення того явища, що спостерігали та аналізували у залежності від мети та умов [3].

Рефлексивні процеси мають бути постійно присутніми у професійній діяльності фахівців авіаційної галузі. Тому рефлексивні уміння необхідно у них цілеспрямовано формувати. Форми освітньої рефлексії можуть бути різноманітними: графічне зображення змін, які відбулися, усне обговорення, анкетування, поетапна фіксація дій. Завдання тренера (наставника) – створити умови, за яких у фахівця виникла потреба у зворотньому зв'язку, бажання аналізувати свою діяльність та діяльність інших членів групи.

Саме рефлексія виступає у даному випадку показником суб'єктності та дозволяє особистості регулювати власну активність, управляти практичною діяльністю. Рефлексивна позиція фахівця допомагає йому аналізувати, критично осмислювати свою діяльність, порівнювати її цілі та результати, зрозуміти особливості власної діяльності.

Рефлексивна функція виникає та реалізується у будь-якій діяльності, коли виникає утруднення. При цьому рефлексія використовується для виявлення причин утруднення та пошуку шляхів розв'язання. Рефлексія слугує удосконаленню різних видів діяльності, які можуть контролюватися свідомістю. Суб'єкт може не тільки робити щось, але й знати, як він це робить.

Висновки

Професійна діяльність вимагає аналізу суб'єктом власних дій (професійних) аналізу та оцінки власних результатів роботи, тому можливо стверджувати, що низький рівень рефлексивності негативно впливатиме на результати професійної діяльності фахівців авіаційної галузі.

Список літератури

1. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М., 1998. – С. 68-70.
2. Новиков А.М. Методология учебной деятельности. – М.: Издательство «Звезд», 2005. – С. 149 – 159.
3. Новиков А.М. Контроль, оценка, рефлексия / А.М. Новиков // Школьные технологии. – 2008. – №1. – С. 143-148.
4. Щедровицкий П.Г. Очерки по философии образования: статьи и лекции / П.Г. Щедровицкий. – М.: Пед. Центр «Эксперимент», 1993. – С.52-53.

*T.S. Klynina, PhD (Historical science),
(National Aviation University, Ukraine)*

The Warsaw convention and compensation for damages in Aviation

The article deals with the air carrier's civil liability for death or bodily injury to a passenger. It considers the historical and legal aspects of the problem, analyzes the main international conventions on the issue (the Warsaw Convention, the Montreal Convention).

The 21st century can truly be considered a century of aviation: the number of airplanes as well as passengers is steadily increasing. However, at the same time the passengers' concerns about their safety are also growing. Despite the fact that air transport is not considered the most dangerous means of transportation, most people are afraid of flying, due to frequent accidents, falls and terrorist attacks on board. That means air transport involves certain risks, some of which can cause death or injury to passengers. That is why international and domestic laws that regulate air transportation traditionally contain norms that determine liability for death or injury to a passenger.

On 17 August 1923, the French government proposed the convening of a diplomatic conference in November 1923 for the purpose of concluding a convention relating to liability in international carriage by air. The conference was formally deferred on two occasions due to reluctant behavior of the governments of various nations to act on such a short notice without the knowledge of the proposed convention. Finally, between 27 October and 6 November, the first conference met in Paris to study the draft convention. Since most of the participants were diplomats accredited to the French government and not professionals, it was agreed unanimously that a body of technical, legal experts be set up to study the draft convention prior to its submission to the diplomatic conference for approval. Accordingly in 1925, the Committee International Technique of Experts Juridique Aeriens (CITEJA) was formed. In 1927–28 CITEJA studied and developed the proposed draft convention and developed it into the present package of unification of law and presented it at the Warsaw Conference which was approved between 4 and 12 October 1929. It unified an important sector of private air law. Thus, there was the first multilateral international agreement, the main international legal instrument, governing international air transportation and air carrier *liability Warsaw Convention 1929 for the Unification of Certain Rules Relating to International Carriage by Air*. Warsaw Convention was the first international legal instrument that establishes liability for death or bodily injury to a passenger.

According to the article 17 of the Warsaw Convention, the carrier is liable for damage sustained in the event of the death or wounding of a passenger or any other bodily injury suffered by a passenger, if the accident which caused the damage so sustained took place on board the aircraft or in the course of any of the operations of embarking or disembarking.

Article 22 of the Warsaw Convention states that in the carriage of passengers the liability of the carrier for each passenger is limited to the sum of *125,000 francs*. Where, in accordance with the law of the Court seized of the case, damages may be awarded in the form of periodical payments, the equivalent capital value of the said payments shall not exceed 125,000 francs. Nevertheless, by special contract, the carrier and the passenger may agree to a higher limit of liability. But if the carrier proves that the damage was caused by or contributed to by the negligence of the injured person the Court may, in accordance with the provisions of its own law, exonerate the carrier wholly or partly from his liability.

Between 1948–1951 it was further studied by a legal committee set up by the International Civil Aviation Organization (ICAO) and in 1952 a new draft was prepared to replace the convention. However it was rejected and it was decided that the convention be amended rather than replaced in 1953. The work done by the legal committee at the Ninth Session was presented to the International Conference on Air Law which was convened by the Council of the ICAO and met at the Hague from 6 to 28 September 1955. The Hague Conference adopted a Protocol for the amendment of the Warsaw Convention. Between the parties of the Protocol, it was agreed that the 1929 Warsaw Convention and the 1955 Hague Protocol were to be read and interpreted together as one single instrument to be known as the Warsaw Convention as amended at the Hague in 1955. This was not an amendment to the convention but rather a creation of a new and separate legal instrument that is only binding between the parties. If one nation is a party to the Warsaw Convention and another to the Hague Protocol, neither state has an instrument in common and therefore there is no mutual international ground for litigation.

United States courts have held that, at least for some purposes, the Warsaw Convention is a different instrument from the Warsaw Convention as amended by the Hague Protocol. The Convention was written originally in French and the original documents were deposited in the archives of the Ministry for Foreign Affairs of Poland. A court may also award a claiming party's costs, unless the carrier made an offer within 6 months of the loss (or at least 6 months before the beginning of any legal proceedings) which the claiming party has failed to beat.

The Montreal Convention, signed in 1999, replaced the Warsaw Convention system.

The Montreal Convention (formally, the Convention for the Unification of Certain Rules for International Carriage by Air) is a multilateral treaty adopted by a diplomatic meeting of ICAO member states in 1999. It amended important provisions of the Warsaw Convention's regime concerning compensation for the victims of air disasters. The Convention attempts to re-establish uniformity and predictability of rules relating to the international carriage of passengers, baggage and cargo. Whilst maintaining the core provisions which have served the international air transport community for several decades (i.e., the Warsaw regime), the new treaty achieves modernization in a number of key areas. It protects passengers by introducing a two-tier liability system that eliminates the previous requirement of proving willful neglect by the air carrier to obtain more than \$75,000 in damages, which should eliminate or reduce protracted litigation.

Under the Montreal Convention, air carriers are strictly liable for proven damages up to 113,100 special drawing rights (SDR) (updated from 100,000 on 31 December 2009), a mix of currency values established by the International Monetary Fund (IMF), approximately \$138,000 per passenger at the time of its ratification by the United States in 2003 (as of December 2011, around \$175,800). Where damages of more than 113,100 SDR are sought, the airline may avoid liability by proving that the accident which caused the injury or death was not due to their negligence or was attributable to the negligence of a third party. This defence is not available where damages of less than 113,100 SDR are sought. The Convention also amended the jurisdictional provisions of Warsaw and now allows the victim or their families to sue foreign carriers where they maintain their principal residence, and requires all air carriers to carry liability insurance.

The Montreal Convention was brought about mainly to amend liabilities to be paid to families for death or injury whilst on board an aircraft.

As of May 2014, there are 107 parties to the Convention. Included in this total is 106 of the 191 ICAO Member States plus the European Union. The states that have ratified represent 105 UN member states plus the Cook Islands. Other states that have ratified include Argentina, Australia, Brazil, Canada, China, all member states of the European Union, India, Israel, Japan, South Korea, Malaysia, Mexico, New Zealand, Norway, Pakistan, Saudi Arabia, Singapore, South Africa, Switzerland, Turkey, Ukraine, the United Arab Emirates, and the United States.

So, a primary task of the international treaty – to provide the same legal regulation of certain issues in different countries. However, the history of creation of the Warsaw and Montreal Conventions suggests that its creators did not have the same views on compensation for moral and material damage, and therefore, for a long time, the question remains controversial.

References

1. Convention for the unification of certain rules for international carriage air done at Montreal on 28 May 1999. Electronic research. – Access mode: http://www.icao.int/secretariat/legal/List%20of%20Parties/Mtl99_EN.pdf

2. ICAO, International Conference on Air Law – Vol.1 Minutes. ICAO Doc 9775. – DC/2 – Convention for the Unification of Certain rules for International Carriage by Air, 1999. – 265 p.

3. Protocol to Amend the Convention for the Unification of Certain Rules Relating to International Carriage by Air, Signed at Warsaw on 12 October 1929, Done at The Hague On 28 September 1955 – The Hague Protocol to the Warsaw Convention 1955. Electronic research. – Access mode: <http://www.jus.uio.no/lm/air.carriage.warsaw.convention.hague.protocol.1955/doc.html>

4. Rapoport David E., Ephraimson-Abt Hans. A 73-Year Odyssey: The Time Has Come For a New International Air Liability System. – L.:Transfer, 2004. – 31 p.

5. Warsaw Convention. Electronic research. – Access mode: http://www.icao.int/secretariat/legal/List%20of%20Parties/WC-HP_EN.pdf

6. Діковська І.А. Правове регулювання повітряних перевезень за участю фактичного перевізника / І.А. Діковська. – К.: К.І.С., 2010. – 200 с.

*В.Г. Фотинюк, канд. пед. наук,
М.А. Величенко., В.В. Коротя
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

Формування мотиву до занять з фізичного виховання студентів ВНЗ

У даній статті приділена увага проблемі мотиву до занять фізичного виховання студентів вищого навчального закладу (ВНЗ). Проведено аналіз публікацій за проблемою мотиву до занять фізичним вихованням та спортом у студентів.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. В даний час актуальною проблемою є ефективна організація фізичного виховання у вищих навчальних закладах України. Великий обсяг навчального матеріалу з професійної підготовки фахівця висуває підвищені вимоги до студентів ВНЗ. Підвищена інтелектуальна діяльність на I курсі пред'являє високі вимоги до адаптаційних можливостей організму студентів вищих навчальних закладів. Специфіка фізичного виховання полягає в тому, що усвідомлена інформація стає мотивованим спонуканням до виконання фізичних вправ, використання природних факторів і формування такого способу життя, який сприяв би досягненню як особистих, так і суспільних цілей.

Численні дослідження багатьох авторів (С. М. Ковальова, А. А. Вербицького, А. К. Маркова, Г. І. Щукіна, Д. Аткинсона, Х. Хекхаузена Т. Ю. Круцевич, В. В. Петровського) присвячені вивченню психологічної природи професійних, пізнавальних мотивів, мотивів самоствердження, досягнення, підвищення самооцінки, що є необхідною умовою комфортного психологічного стану особистості.

Матеріали даної статті відображають результати дослідження науково – педагогічними працівниками кафедри фізичного виховання Національного авіаційного університету (м. Київ) теми НДР № 24/12.01.02, «Спрямованість, організація та зміст занять з фізичного виховання зі студентами НАУ різного рівня фізичних можливостей».

Метою даної статті є теоретичне визначення формування мотиву до занять фізичним вихованням студентів ВНЗ.

Виклад основного матеріалу. Спонукальною силою людської діяльності є мотив. У великому тлумачному словнику української мови мотив трактується як підстава, привід для якої – небудь дії, вчинку [1]. Н. Є Мойсеюк, посилаючись на словник української мови, зазначає, що *мотив* – це те, до чого прагнуть, чого намагаються досягти [4]. С. Д. Максименко, В. О. Соловієнко вважають, що *мотив* – це внутрішня рушійна сила, що спонукає людину до діяльності [3]. Т. Ю. Круцевич, Ю. Ф. Карамшин стверджують, що *мотив* – це усвідомлена причина активності людини, котра спрямована на досягнення мети [8; 9]. А. Н. Леонтьєв вважає, що «предмет діяльності є її дійсний мотив» [2]. На думку Б. М. Шияна, В. Г. Папуші, *мотив* – це

спонукальна сила діяльності, те, задля чого вона здійснюється [10]. З. Н. Курлянд, Р. І. Хмелюк, А. В. Семенова визначають мотив як суб'єктивну причину (усвідомлену або неусвідомлену) тієї чи іншої поведінки, дії людини, як психічне явище, яке безпосередньо збуджує людину до вибору певного способу дій та виконання [5].

Мотив – поняття психологічне, а тому логічно, що найбільш точним є його психологічне трактування: на думку А. В. Петровського, М. Г. Ярошевського: *мотив* – спонукання до діяльності, пов'язаної із задоволенням потреб: сукупність зовнішніх чи внутрішніх умов, що викликають активність суб'єкта і визначають її спрямованість [6].

Засадою для розуміння *мотиву* є теорія С. Л. Рубінштейна. Відповідно до неї, діяльність людини має свідомий характер: тобто вона здійснюється за участю психіки (свідомості) людини і в той же час формує психіку. Це знаходить своє вираження в тому, що для будь-якої діяльності людини характерна наявність мети і мотивів. «Будь-яка дія людини виходить з тих чи інших мотивів і спрямована на певну мету», – зазначав С. Л. Рубінштейн [7].

Слідуючи визначенням, ми, організовуючи діяльність студентів, маємо право вважати *мотивом* спонукання, пов'язані із задоволенням їхніх потреб. Це все те, що може змусити людину діяти. При цьому головна роль *мотиву* – вибір спрямованості діяльності. Мотив завжди виступає як суб'єктивне ставлення до тієї діяльності, яку людина має намір здійснити. Він свідчить про те, в ім'я чого ця діяльність здійснюється, які при цьому переслідуються цілі. Мотивами можуть бути й спрямовані на певний об'єкт емоції, настанови. Прагнення до поліпшення результатів, незадоволеність досягнутим, наполегливість у досягненні власної мети є якостями особистості, що значною мірою впливають на професійну діяльність.

Мотиви досягнення (прагнення до успіху, досягнення мети й уникнення невдач) виявляються як бажання успішно пройти контрольні процедури, виконати тести, отримати сертифікат про закінчення навчального закладу; пізнавальні – зумовлюють інтерес до змісту й процесу навчання. Мотиви є обов'язковою складовою спрямованості особистості. Пізнавальні мотиви призводять до позитивних емоцій, підвищення рівня активності та ефективності навчання. Очевидно, що організація навчання повинна стимулювати зростання питомої ваги пізнавальних мотивів у структурі мотивації. Таким чином, провідною в навчанні повинна бути пізнавальна мотивація, «підкріплювана» професійними мотивами, включаючи мотиви досягнення. Пізнавальна мотивація як важливий психологічний чинник, що визначає тип і рівень активності студента, первинно породжується в проблемній ситуації, викликаючи необхідність реалізації проблемного підходу в навчанні студентів. Найважливішим мотиваційним фактором, регулюючим, детермінуючим мотивацію особистості, є ціннісні орієнтації, які виявляються, перш за все, в їхніх зв'язках і функціях. Виражаючи взаємозв'язок між суспільством і особистістю, вони виконують функції соціалізації, самовизначення, визначення мети, мотивів освіти. Система мотивів визначає спрямованість особистості, стимулює й мобілізує її на прояв активності.

З огляду на специфіку фізичного виховання можна виокремити такі *мотиви*:

- *мотив фізичного вдосконалення* (пов'язаний із прагненням прискорити темпи власного розвитку, зайняти гідне місце у своєму оточенні, домогтися визнання, поваги);

- *мотив дружньої солідарності* (продиктований бажанням бути разом з друзями, спілкуватися, співпрацювати з ними);

- *мотив повинності* (пов'язаний із необхідністю відвідувати заняття з фізичної культури, виконувати вимоги навчальної програми);

- *мотив суперництва* (характеризує прагнення виділитися, самоствердитися у своєму середовищі, домогтися авторитету, підняти свій престиж, бути першим, досягти якомога більшого);

- *мотив наслідування* (пов'язаний з прагненням бути схожим на тих, хто досяг певних успіхів у фізкультурній діяльності або має особливі якості і достоїнства, набуті в результаті занять);

- *мотив спортивний* (визначає прагнення домогтися значних результатів);

- *мотив процесуальний* (зосереджений не на результаті діяльності, а на самому процесі участі в заняттях);

- *мотив ігровий* (виступає засобом розваги, нервової розрядки, відпочинку);

- *мотив комфортності* (визначає бажання займатися фізичними вправами за сприятливих умов та ін.).

Щоб визначити, якими мотивами керуються студенти (зовнішніми чи внутрішніми), потрібно надати їм реальну можливість займатися фізичними вправами за власною ініціативою, і якщо вони продовжують заняття — це значить, що в основі даної рухової діяльності лежать внутрішні мотиви, для педагогічної практики найбільш важливим є визначення засобів, методів і методик виховання мотивації студентів з метою виховання в них особистої фізичної культури. Спрямованість особистості студента дозволяє виявити ставлення особистості до цілей її діяльності на емоційному, пізнавальному і поведінковому рівнях, що свідчить про її готовність до освоєння і застосування фізкультурних цінностей.

Висновки

З вищевикладеного стає очевидним, що підвищення мотиваційного ставлення студентів ВНЗ до занять фізичного виховання та спортом буде ефективним, якщо пропонувані навчальні програми з фізичного виховання стануть урахувати запити й потреби студентів у сфері фізичної культури й спорту з обліком віково-статевих і соціально-демографічних особливостей. Таким чином, студентам надається більш широкий вибір різних форм фізкультурно-спортивної діяльності з обліком їхніх особистих інтересів, схильностей та здібностей.

Список літератури

1. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. / В. Т. Бусел. – К.; Ірпінь: ВТФ Перун, 2005. – 1728 с.
2. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. / А. Н. Леонтьев. – М.: Полит. изд-во, 1975. – 304 с.
3. Максименко С. Д., Соловієнко В. О. Загальна психологія : навч. посіб. / С. Д. Максименко, В. О. Соловієнко. – К.: МАУП, 2000. – 256 с.
4. Мойсеюк Н. Є. Педагогіка. Навчальний посібник. 5 е видання, доповнене і перероблене / Н. Є. Мойсеюк. – К., 2007. – 656 с.
5. Педагогіка вищої освіти : Навч. посіб. / З. Н. Курлянд, Р. І. Хмелюк, А. В. Семенова та ін.; За ред. З. Н. Курлянд. – 3-те вид., перероб. і доп. – К.: Знання, 2007. – 495 с.
6. Петровский А. В., Ярошевский М. Г. Психология : Учебник для студ. высш. пед. учеб. заведений. / А. В. Петровский, М. Г. Ярошевский. – М.: Издательский центр «Академия», 1998. – 512 с.
7. Рубинштейн С. Л. Проблемы общей психологии. Под ред. Б. В. Шорохова. / С. Л. Рубинштейн. – М.: Педагогика, 1973. – 485 с.
8. Теорія і методика фізичного виховання: підручник для студ. вищ. навч. закл. фіз. виховання і спорту; в 2 т. / ред. Т. Ю. Круцевич, Т. І. Загальні основи теорії і методики фізичного виховання. – Київ: Олімпійська література, 2008 – 392 с.
9. Теория и методика физической культуры: учебник для студентов вузов, осуществляющих образовательную деятельность по направлению 521900 “Физ. культура” и специальности “Физ. культура и спорт” / ред. Ю. Ф. Карамшин. – 4 е изд., стер. – Москва: Советский спорт, 2010. – 464 с.
10. Шиян Б. М., Папуша В. Г. Методика викладання спортивно – педагогічних дисциплін у вищих навчальних закладах фізичного виховання і спорту : навч. посіб. / Б. М. Шиян, В. Г. Папуша – Харків : „ОВС”, 2005. – 208 с.

Е.В. Лузік, д-р пед. наук, проф.,
Л.О. Хоменко-Семенова, канд. пед. наук
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Освіта і безпека в Україні

Дане дослідження розглядає важливе питання реалізації національних інтересів України шляхом забезпечення освітньої безпеки, яка є гарантом незалежності держави, умовою її сталого розвитку й зростання добробуту громадян. Особлива увага приділяється питанню модернізації освітньої політики в контексті національної безпеки України.

Сьогодні, як ніколи, загострюється надзвичайно важливе питання ролі освітньої безпеки у політичній та правовій концептуалізації національних інтересів України. Будучи одним з найважливіших національних пріоритетів, обумовлюється, тим самим, міркування, що забезпечення освітньої безпеки на належному рівні є гарантом незалежності України, умовою її сталого розвитку й зростання добробуту громадян, оскільки саме освіта є фундаментом формування знань та інтелектуального капіталу нації.

Відомо, що на різних етапах розвитку особистості освітній процес виконує різні функції, так:

- в освітній школі – формування та розвиток здатності до навчання, конструюючи, тим самим, процес навченості;
- у ВНЗ – формування і розвиток навченості, що переходить в самонавчання і самовиховання, конструюючи, на виході результат навченості;
- в післявузівській освіті – усвідомлена потреба в професійному розвитку, що формує, самостійність і відповідальність особистості за результати професійної діяльності та сприяє розвитку професійної суб'єктності;

Однак, в реальності сучасна вища освіта України недостатньо адаптивно реагує на швидкоплинні потреби суспільства і ринку праці, що виражається в:

- цілях підготовки, а також цілях навчальної дисципліни, які розраховані на існуюче (або минулий) освітнє середовище, а не на планетарний інформаційний простір;
- структура змісту підготовки та перепідготовки сформовані за «тунельним» принципом («наслідуй мене»);
- педагогічні технології сформовані, в основному, на інформаційно-репродуктивних методах;
- педагогічний контроль спрямований на пошук помилок як у педагога, так і в студентів (тобто на негатив).

В економічно розвинених країнах освіта перетворюється на визначальний чинник соціальної стабільності суспільства, національної та економічної безпеки держави, оскільки освіченість нації у широкому контексті – це джерело її саморозвитку, основа консолідації суспільства та національної

стійкості. Епоха індустріального суспільства, сформувавши класичну парадигму освіти, яку характеризує домінування функції корисності знань, що забезпечувало підготовку людей до обслуговування виробництва, обмежувалась розумінням закономірностей процесів, що відбуваються в природі і суспільстві та відтворенням ефективних практик, які склались в минулому.

Окрім того, в умовах нової (знаннєвої) економіки знань стара освітня парадигма втратила свою дієздатність, і на її місце має прийти інша парадигма, адекватна сучасним вимогам реалізації національних інтересів України, що здатна передбачати практично-орієнтовані форми реалізації вищої освіти, формувати фахівця, який здатний свідомо і відповідально «працювати з майбутнім».

Важливо зазначити, що наприкінці ХХ ст. на зміну концепції «навчання на все життя» прийшла концепція «навчання впродовж всього життя», що дає змогу людині підтримувати свою конкурентоспроможність упродовж усього життя, розглядаючи її як механізм виживання людини і суспільства в інформаційну епоху.

У зв'язку з переходом до знаннєвої економіки експерти Всесвітнього банку вважають, що в нових умовах завдання держави у сфері освіти має полягати у гарантуванні права бідних на доступ до освіти, розповсюдженні інформації про освітні можливості, забезпеченні якості освіти через впровадження стандартів і моніторингу їх дотримання [1, с. 12]. Однак такі рекомендації не зовсім прийнятні для України, адже саме держава забезпечує соціокультурні та ментальні засади освітнього процесу, визначає основні принципи, стратегію і напрями реалізації державної політики у сфері освіти, створюючи відповідну систему освітніх інституцій та управління ними, формує правове поле освітньої діяльності. У той же час державна освітня політика має бути тим стрижнем, навколо якого формується єдина система інтересів, які можуть об'єднати освітньо-наукову діяльність із підприємництвом, державним управлінням, державотворенням.

Обґрунтованим, на наш погляд, звучить питання, яке ставиться багатьма вітчизняними і закордонними вченими, чи досягне система вищої освіти України в нинішньому столітті процвітання або буде віддана на відкуп транснаціональним провайдерам [3, с. 74].

Згідно результатів дослідження світового економічного форуму розвиток освітньої системи в напрямку гарантування та забезпечення національних інтересів країн обумовлений дією таких основних чинників, як:

- розширення сфери впливу організацій, які прагнуть до світового прояву (СОТ, Світовий банк, Міжнародний валютний фонд, Організація економічного співробітництва і розвитку тощо);
- популяризація філософії неолібералізму, що ґрунтується на абсолютизації значення ринкових відносин і поширення їх на сфери освіти, охорону здоров'я, соціального забезпечення, як урядової ідеології;
- збереження розриву в рівні соціально-економічного розвитку між індустріальними країнами і країнами, що розвиваються;

- прагнення національних і урядових організацій до створення горизонтальних, а не ієрархічних організаційних структур (Європейський союз, Північноамериканська зона вільної торгівлі, Загальний ринок країн Південного конуса, Азіатсько-Тихоокеанське економічне співробітництво та ін.);

- актуальність вирішення на наднаціональному рівні глобальних екологічних проблем.

Дослідження якості вищої освіти України, що представлені на світовому економічному форумі 2015 р. засвідчують, що показники якості вищої освіти України є доволі неоднорідними. З одного боку за кількісним показником – охоплення вищою освітою – Україна перебуває в числі перших 10-15 країн світу. Доволі високі показники має математична і природнича освіта – Україна посідає тут місце не нижче 50-го.

У таблиці 1 вказано рейтингові позиції України за складовими Глобального індексу конкурентоспроможності (дослідження Світового економічного форуму, 2015 р.).

Таблиця 1

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
Якість системи освіти в цілому	56	62	70	79	72
Стан вищої і професійної освіти (в цілому)	46	51	47	43	40
Якість освіти з менеджменту бізнесу	108	116	117	115	88
Якість початкової освіти	49	52	43	37	40
Якість вищої математичної і природничої освіти	42	36	34	28	30
Охоплення вищою освітою	8	7	10	10	13
Кількість країн, які брали участь в дослідженні	139	142	144	148	144

Невисокий міжнародний рейтинг системи вищої освіти показують і дані про іноземних студентів. Так, Україна посідає, за даними Євростату та Держстату України за 2012 рік 30-е місце за часткою іноземних студентів у загальній чисельності студентів українських закладів вищої освіти (ЗВО).

Метою стратегії реформування системи вищої освіти України, що розрахована до 2020 року є створення її привабливої та конкурентоспроможної національної системи вищої освіти України, інтегрованої у Європейський простір вищої освіти (ЄПВО) та Європейський дослідницький простір (ЄДП). Реалізація стратегії розрахована на 2016-2020 роки[2].

У контексті виконання завдань, окреслених у чинній Стратегії національної безпеки України актуальності набуває питання визначення критеріїв національної безпеки в освітній сфері. Цінним, на наш погляд, видається досвід аналізу безпекових вимірів освітньої сфери, здійснюваний у США в 2012 р., який представлено не тільки загальними обґрунтуваннями важливості освітньої сфери, а й визначенням критеріїв оцінки стану освіти у зв'язку з потребами зміцнення національної безпеки та пропозиціями щодо заходів, спрямованих на поліпшення ситуації в освітній галузі[4].

На сьогодні дослідники виділяють п'ять основних загроз, які мають високий потенціал актуалізації у разі зволікання з подоланням негативних тенденцій в освітній царині, наголошуючи, тим самим, що «військова сила вже не є достатньою умовою для гарантування національної безпеки держави, що нині тісно пов'язана з людським капіталом, а сила чи слабкість людського капіталу країни визначається станом системи освіти.

В якості ключових критеріїв безпекового аудиту освітньої сфери були запропоновані:

1) Технології, математика, комп'ютерна грамотність.

Новітні військові та оборонно-промислові технології потребують кваліфікованих кадрів, здатних до якісного і швидкого освоєння нових знань та умінь. Проникнення інформаційних технологій та нових медіа в економіку, соціальне життя та оборонну сферу зумовлює важливість комп'ютерної грамотності та медіаосвіти як складових навчальних програм. З огляду на подальше зростання руйнівного потенціалу кібератак, актуальним завданням стає підготовка фахівців, здатних адекватним чином забезпечувати захист інформаційних систем, у першу чергу, об'єктів критичної інфраструктури і державних органів.

2) Співробітництво та міжнародна конкуренція у вищій освіті.

Активна участь українських університетів у програмі НАТО «Наука заради миру та безпеки» сприятиме як безпосередньому зміцненню обороноздатності (отримання наукових результатів у таких галузях, як захист від хімічних, бактеріологічних та ядерних речовин, телемедицина, інформаційні технології тощо), так і налагодженню наукового партнерства та підвищенню кваліфікації українських науково-педагогічних працівників.

Останнім часом серйозною вітчизняною проблемою є загострення конкурентної боротьби за українського студента з боку ВНЗ зарубіжних країн, спричинене високою платою за навчання у частині українських ВНЗ, корупцією та відносно невисокою якістю освіти. Особливе занепокоєння викликає те, що посилення «освітньої міграції» з України відбувається в умовах фактичного надлишку місць у вітчизняних ВНЗ.

3) Іноземні мови та глобальна обізнаність.

Для України актуальність даного моменту визначається необхідністю європейської та євроатлантичної інтеграції включно з їх оборонними та політичними аспектами. У вітчизняних реаліях основною проблемою вивчення іноземних мов у ВНЗ нині є значний розрив між кількісними показниками та якістю отримуваних знань і компетенцій.

4) Національна ідентичність.

Як значущий для національної безпеки напрям освіти, поряд з міжнародною обізнаністю та опануванням іноземних мов, виділяємо «знання історії і цінностей своєї країни», підкреслюючи, що «розуміння історії, політики, культури і традицій є важливим для громадянської позиції і критично значущим для усвідомлення того, хто є союзниками, а хто супротивниками України.

5) Додаткові критерії:

- розширення сфери вживання української мови;
- розвиток медіаосвіти та європейського освітнього компоненту;
- розвиток освіти протягом життя;
- участь ВНЗу міжнародних проектах.

Названі кількісні та якісні показники можуть стати основою для точного формулювання відповідних критеріїв та регулярного безпекового аудиту вітчизняної системи освіти.

До ключових освітніх показників безпекового аудиту за кількісними параметрами відносимо:

- охоплення освітою;
- показники успішності за пріоритетними напрямками (ЗНО, ДПА);
- розширення сфери вживання української мови;
- результати міжнародних досліджень успішності учнів;
- результати соціологічних досліджень;
- показники здоров'я учнів ЗОСШ та студентів ВНЗ/ПТНЗ;
- кількість випускників ВНЗ/ПТНЗ, що працюють за спеціальністю;
- кількість іноземних студентів / кількість українських студентів за кордоном;

• для ВНЗ: кількість проектів, здійснюваних у рамках міжнародного партнерства, та їх учасників.

За якісними:

- впровадження нових компонентів (європейська освіта, медіаосвіта);
- розвиток освіти протягом життя;
- експертні оцінки.

Висновки

Провівши дане дослідження та, врахувавши закордонний досвід, можемо зробити висновок, що найбільш значущими у безпековому вимірі напрямками розвитку освіти є:

- збереження високих показників охоплення освітою при поліпшенні рівня її якості;
- поліпшення стану вивчення пріоритетних груп навчальних дисциплін, передусім, природничо-наукового, суспільствознавчого, інформаційно-технологічного напрямів, а також іноземних мов;
- оновлення форм і змісту освіти з метою кращої підготовки молодих громадян до ефективної праці і захисту України;
- активне впровадження медіаосвіти як засобу підвищення рівня підготовки до самостійного життя й одночасно протидії інформаційній агресії;

- коригування структури підготовки кадрів з метою забезпечення її відповідності потребам національної економіки;
- розширення участі у міжнародних науково-освітніх програмах, упершу чергу, програмі НАТО «Наука заради миру і безпеки»;
- розвиток освіти протягом життя.

Головними показниками вимірювання відповідності стану й динаміки системи сучасної освіти України вимогам, пов'язаним із забезпеченням національної безпеки, можуть бути кількісні показники студентів, що здобувають вищу освіту за пріоритетними напрямками, та їхня успішність, а важливими якісними показниками є результати модернізації навчальних програм.

Список літератури

1. Андрейчук С.К. Використання інноваційних управлінських технологій у суспільстві загалом і в освіті зокрема // Ефективність державного управління. – 2006. – Вип. 10: Вид-во ЛПІДУ НАДУ. – С. 11 – 17
2. Проект Стратегії реформування вищої освіти в Україні до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.mon.gov.ua/ua/pr-viddil/1312/1390288033/1415795124/>
3. Сиченко В. В. Запровадження Європейської парадигми кредитно-трансферної системи у ВНЗ в Україні // Економіка та держава. – 2009. – № 9. – С. 73 – 77.
4. Стратегія національної безпеки України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/public/File/2015_analit/strategiya_2015.pdf

*О.В. Михайлич, канд. соціол. наук, доц.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)*

Авіація як соціальний феномен в глобалізованому світі

Розглянуто авіацію як соціальний феномен в глобалізованому світі, визначено соціальні функції авіації в інформаційному суспільстві.

Глобалізація охоплює усі сфери сучасного суспільства. Однією з визначальних характеристик епохи глобалізації є розвиненість сучасних електронних засобів комунікації, які віртуально дають змогу миттєво долати обмеження в просторі і часі. Разом з тим, збільшуються і потреби людства швидкого фізичного пересування на великі відстані. Адже найважливішим компонентом інтеграції соціальних мереж, на думку Ф. Фукуями, є довіра, яка формується саме через особисті контакти. Сучасні інформаційні та комп'ютерні технології дають можливість миттєво встановити зв'язок з найвіддаленішим куточком світу, що в поєднанні з технологіями телефонного зв'язку, телебаченням, кабельного, супутникового зв'язку і реактивних транспортних засобів різко змінило характер політичного спілкування. Сучасні форми комунікації, даючи можливість групам і окремим людям долати географічні кордони, відкривають доступ до широкого спектру соціального і політичного досвіду, який раніше неможливо було отримати безпосередньо [1, 68].

Саме тому в умовах глобальних трансформацій сучасних суспільств зростає значення авіації. Нові засоби зв'язку і комунікації в поєднанні з реактивними транспортними засобами «стискають» простір і час, надаючи можливість широких особистісних контактів між індивідами й групами.

Загалом можна стверджувати, що постійне вдосконалення авіації як транспортного засобу зв'язку й інформаційних комунікацій є однією з важливих передумов ефективного функціонування сучасного глобалізованого суспільства. Тому дослідження соціального значення авіації як транспортного засобу зв'язку та значимість її функцій в умовах глобалізованого суспільства є актуальним.

Основні соціальні функції авіації як засобу транспортного зв'язку в епоху глобалізації:

- авіація стискає соціокультурний простір і час, в якому існують і взаємодіють сучасні локальні цивілізації;
- авіація глобалізує існуючий світ локальних цивілізацій, інтенсифікує їх взаємодію, тим самим сприяючи формуванню цілісної світової цивілізації;
- авіація, сприяючи обміну ідеями та інноваціями, прискорює процес дифузії культур різних цивілізацій;
- авіація сприяє збереженню територіальної, економічної та культурної цілісності окремих держав в межах локальних цивілізацій;

- розвиток авіації стимулює науково-технічний прогрес, виникнення і розвиток нових технологій;
- авіація відіграє провідну роль в сучасних війнах і в боротьбі з тероризмом;
- авіація прискорює процеси міграції, створення діаспор.

На відміну від попередніх епох, за яких домінувало практичне і ситуативне знання, у сучасному інформаційному суспільстві визначальна роль належить теоретичному знанню. Саме теоретичне знання лежить основі комплексу авіаційних дисциплін та новітніх інформаційних технологій, що використовуються в авіації. Провідне значення авіації в інформаційному суспільстві обумовлено і тим, що за допомогою аерокосмічних апаратів функціонують глобальні інформаційні магістралі і телекомунікації, через які відбувається поширення цінностей різних культур.

Феномен авіації є одним з основних елементів соціальної сфери сучасного суспільства. Авіація є унікальним досягненням людського розуму і людської діяльності, реалізацією вікової мрії людини підкорення неба. У феномені авіації знайшла відображення техніко-творча діяльність людини у формі численних теоретичних розробок і досягнень науково-технічного прогресу, що послужили теоретичною і матеріальною базою як виникнення авіації так і її подальшого розвитку. Авіація, як технічний винахід, є результатом тісної взаємодії людини з кожною частиною навколишнього середовища, спрямованої на максимальну реалізацію своїх біологічних, екологічних та психологічних задатків та можливостей [2, 227].

Створюючи перші зразки літальних апаратів, людина самостійно конструювала своє земне майбутнє, освоюючи спочатку повітряний простір, а в подальшому – космос. Соціальний феномен авіації з кожним новим польотом чи новоствореним літальним апаратом дає можливість людині досягти бажаної мети і знову постати перед необхідністю усвідомлення нових горизонтів своїх устремлінь.

За своїм функціональним призначенням авіація є сукупністю результатів техногенезу людства, що спрямовані на задоволення потреб цивілізації. З цієї точки зору авіація виступає як знаряддя праці, транспортний засіб, вид зброї. З іншої сторони, авіація є потенційною силою, що збільшує можливості як людства загалом, так і окремих держав, в досягненні поставлених цілей. Сучасна авіація є важливим елементом національної безпеки і оборонної політики держави, життєво необхідною транспортною артерією економічної системи країни. Стан розвитку авіації в конкретній державі значною мірою визначає її внутрішню і зовнішню політику, місце і роль у світовому процесі. Авіація виступає потужним засобом створення та зміцнення тісних політичних, економічних і наукових зв'язків між різними державами. Створення та продаж нових зразків літальних апаратів є не лише показником економічної та технологічної могутності держави, але й її загальною авторитету на міжнародній арені.

Аналіз авіації як результату соціальної діяльності людей передбачає якісні та кількісні характеристики. Під якісними характеристиками розуміється власне створення літальних апаратів, які відповідають

матеріальним і культурним потребам людини літати: здатність літального апарату до польоту, комфорт і безпека під час польоту, вплив на навколишнє середовище. Кількісні характеристики уособлюють різноманіття створених людиною літальних апаратів і їх функціональна затребуваність в різних сферах життєдіяльності суспільства. Як розгалужена інфраструктура, авіація включає в себе організації й служби, специфічними функціями яких є забезпечення інженерно-технічного й аеродромно-експлуатаційного обслуговування літальних апаратів, організації їх польотів, а також система підготовки професійних кадрів у цій галузі.

У різноманітті функціонуючого сьогодні авіаційного парку відображений весь спектр людських інтересів: від використання малої авіації в індивідуально-побутовій сфері до застосування надзвукових багатофункціональних військових літаків. Разом з тим, сам факт багатофункціонального застосування авіації і сучасні умови доступності до неї є ризикогенним чинником, тому світове співтовариство виробило і слідує за неухильним дотриманням чітких та суворих норм правового регулювання повітряного простору. Правова культура сучасної людини поповнилася новим змістом, пов'язаним з авіацією.

Феноменальність авіації засвідчує і поширеність її відображення в художній культурі, творчості. Присутність авіації в різних видах художньої культури несе в собі значний соціологічний, пізнавальний, комунікативний, аксіологічний зміст і дозволяє людині цілісно виражати своє ставлення до освоєння повітряного простору. Художня культура, специфічно відображаючи світ природних і штучно створених речей, репродукує історичні або моделює майбутні соціокультурні реалії і процеси соціального розвитку, позначаючи високу значущість образу авіації в сучасному світі.

Для сучасного авіабудування характерним є функціонування цілісних людино-машинних комплексів «людина – технічна система – середовище», в яких впроваджуються й розвиваються новітні перспективні технології з урахуванням особливостей культури. Тому авіація, як визначальна цінність сучасної цивілізації, є невід'ємною частиною загальної культури. Взаємозв'язок еволюції авіації та культури визначається також необхідністю високої культури фахівців, що зайняті в авіаційній промисловості та дослідницьких інститутах проектуванням і виробництвом літальних апаратів. Також в авіації знаходять відображення сучасні уявлення про моральні норми та цінності, що притаманні найкращим представникам суспільства. На перший план виходять такі морально-етичні категорії як патріотизм, відповідальність, честь, мужність.

Висновки

Авіація, як соціальний феномен, являє собою сукупність штучно створених людством матеріальних систем, процесів і законів, що знаходять відображення у теорії й практиці польотів на літальних апаратах в навколоземному повітряному просторі й впливають на суспільну та індивідуальну свідомість. Авіація є закономірним етапом свідомої людської

діяльності, що спрямована на олюднення навколишнього світу через створення духовної і матеріальної культури.

У глобалізованому суспільстві безпосередня трансляція цінностей значною мірою відбувається за допомогою авіації як гіпермобільного транспортного засобу. Сучасне інформаційне суспільство – це своєрідна планетарна система, яка з'єднує людей інформаційними зв'язками. Інтенсифікація зв'язків між групами та індивідами відбувається не тільки через використання інформаційних магістралей і телекомунікаційних мереж, а й завдяки зростаючій кількості безпосередніх контактів між індивідами за допомогою авіації, насамперед реактивної. Ця єдина глобальна інформаційна система дає можливість використовувати інтелектуальні системи для управління авіаційними потоками, інтенсивність яких постійно зростає.

Список літератури

1. Хелд Д., Макгрю Э., Гольдблатт Д., Перратон Дж. Глобальные преобразования: политика, экономика, культура. – М., «Праксис», 2004. – 576 с.
2. Мэмфорд Л. Техника и природа человека // Новая технологическая волна на Западе. – М.: Прогресс, 1986. – С. 225 – 239.

Л.Г. Настенко, канд. пед. наук, доц.
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Інституціоналізація етичних основ професійної діяльності

Актуалізовано етико-ціннісне регулювання професійної поведінки фахівця, зокрема авіаційної галузі, проаналізовано значення професійно-етичного кодексу як дієвого засобу підвищення ефективності та якості професійної діяльності.

Професійно-етичні системи різних видів професійної діяльності мають загальні риси, оскільки орієнтуються на один і той же вид людської діяльності – професійну, але в кожній конкретній професії вона набуває специфічного змісту.

Етика професійної діяльності, яка вивчає професійну мораль фахівців, отримала визнання приблизно з середини ХХ століття, хоча, подібно до більшості галузей знань, спонтанно розвивалася з глибокої давнини у межах філософії, етики, теології, інших наукових напрямків, а також соціальної і професійної практики.

Професійна етика, щоб бути досить аргументованою і ефективною формою регламентації професійної діяльності, повинна відбивати не лише і не стільки норми і вимоги пануючої в суспільстві моралі, скільки суть і специфіку конкретної професії, сприяючи виконанню нею основних завдань, підвищуючи результативність і якість діяльності.

У сьогоденні професійно-етична система діяльності продовжує удосконалюватися з урахуванням досягнень фундаментальної та прикладної науки, накопиченого досвіду, відповідно до очікувань і вимог соціуму.

Міцну і стійку систему відносин між людьми у складному суспільному середовищі реалізують соціальні інститути, що дають змогу сформулювати соціальний порядок, необхідний для задоволення об'єктивних потреб щодо безпеки, збереження умов матеріального життя, професійної реалізації, соціальних благ, цінностей культури тощо.

Організація та регулювання суспільного життя, впорядкування, формалізація та стандартизація суспільних зв'язків і відносин відбувається у процесі інституціоналізації. Стан інституціональної системи є важливим індикатором стабільності соціуму.

У сучасному українському суспільстві, яке переживає соціальну трансформацію, простежуються типові риси інституціональної кризи, тобто дисфункції у діяльності основних соціальних інститутів.

Цариною людської моральності, на думку одного із сучасних українських науковців Віктора Малахова, є, перш за все, спілкування, яке слід розглядати крізь призму етичних норм і цінностей [2, С. 167]. Тому постає питання про визначення моральних передумов, що впливають на професійні та ділові стосунки між людьми.

Будь-якій професійній діяльності властива сукупність відповідних морально-етичних норм і цінностей, що склалися як емпірично, з огляду на

осмислення професійного і соціального досвіду, так і під впливом наукових досліджень.

Документальне оформлення та інституціоналізація морально-етичних засад професійної діяльності почалися не з нуля.

Ще в давньоруському літописному зведенні «Повість врем'яних літ», складеному монахом Києво-Печерського монастиря Нестором, подано своєрідний образ «колективної моралі» або, точніше, колективної моральної відповідальності. Своєрідним моральним кодексом також є «Повчання» Володимира Мономаха. Суперечність між характером його життєдіяльності і розумінням сутності моралі свідчать про те, що мораль як система знань про норми бажаної поведінки ніколи не тотожна моральності, тобто реальній поведінці людей.

Тривалий час у Європі, зокрема в епоху Відродження, етичним нормам і правилам належала першість у розв'язанні економічних проблем порівняно з прагненням до вигоди, до наживи.

Етичний підхід прослідковується у працях французьких моралістів XVI-XVIII ст., зокрема, Мішеля Монтеня, якого правомірно вважають основоположником філософсько-моралістичного жанру в європейській культурі. Автор знаменитого твору «Проби» («Досліди») мету своєї творчості вбачав у написанні своєрідного «підручника життя», оскільки, на його думку, «немає нічого прекраснішого й виправданішого, ніж добре й чесно виконати роль людини» [3].

Своєрідним цілісним кодексом життєвої філософії є твір письменник-мораліста Франсуа де Лярошфуко «Максими», який належить до жанру французької моралізаторської прози, традиції якої сягають XX століття. Лярошфуко песимістично розглядає природу людини: «Наші чесноти – це найчастіше майстерно перенаряджені вади». В основі людських вчинків він вбачав самолюбство, марнославство і відстоювання особистих інтересів [1].

Етичні константи присутні і в творчості філософа, письменника, видатного фізика, математика Блеза Паскаля, автора знаменитих «Думок», а також «Листів до провінціалів» – блискучого зразка французької літератури, що містить пропаганду моральних цінностей.

Отже, поки в Європі існувало суспільство «механічної солідарності», що ґрунтувалося, за твердженням французького соціолога Еміля Дюркгейма, на колективних уявленнях та міфологічній свідомості, суспільне життя було нічим іншим, як моральною сферою.

За часів раннього капіталізму виникла суперечність між ставленням до справи та етичними нормами. На перший план виходить систематичне прагнення отримати законний прибуток у межах своєї професії, що ґрунтується на взаємодоповнюваності ролей і професій, формується ідея професійної відданості, аскетизму в поведінці та спілкуванні людей. Започатковуються основи протестантської етики, згідно якої взаємини при вирішенні економічних питань регулюються вищими цінностями, зокрема релігійними.

Але з розвитком ринкових відносин людина все більше віддаляється від суспільства, стає прагматичною, суспільство під тиском грошових потоків

стає дедалі раціональнішим. Гроші починають бути засобом будь-якого обміну, зокрема в економіці, мистецтві, науці, практиці. Їх вплив поширюється і на ділові стосунки між людьми, на сферу спілкування. У такому суспільстві зростають корупційність, жорстокість, егоїзм, індивідуалізм та інші негативні прояви.

Тож суспільство, у якому першість займають гасла «гроші заради грошей», «виробництво заради виробництва», приречене до поступового морального занепаду. Щоб цьому запобігти, необхідно повернутися до обов'язкової першості етичних норм перед прагненням досягти економічних результатів будь-якою ціною. Йдеться про моральну відповідальність кожного за себе, за інших, за життя в цілому.

Для суспільства, як складної організованої системи, життєво важливо закріпити певні типи соціальної взаємодії, зробити їх узгодженими, доцільними, такими, що відбуваються за відповідними правилами, є обов'язковими для соціальних спільнот, організацій, груп. Механізмом самоорганізації спільного соціального життя людей, що забезпечує стабільне функціонування суспільних відносин є соціальний інститут.

За Г. Спенсором соціальні інститути – це каркас соціуму, наслідок процесу диференціації суспільства. Е. Дюркгейм пов'язував природу соціальних інститутів з визначенням суспільства як цілісності, тлумачив їх як «фабрики відтворення» соціальних відносин і зв'язків між людьми. Нині це поняття широко вживається у вітчизняній і зарубіжній літературі і вказує на суттєві риси соціальних інститутів, на те, що вони є, зокрема, комплексом формальних і неформальних правил поведінки, принципів, культурних норм, які регулюють різні сфери діяльності індивідів у суспільстві, відповідно і професійну діяльність.

Етико-ціннісне регулювання поведінки фахівця може здійснюватися через існуючі і легітимізовані в конкретному професійному співтоваристві правові, організаційні, технологічні механізми. Вони містять етико-аксіологічні компоненти, які регулюють фахову поведінку, регламентуються законодавством, посадовими інструкціями працівників, іншими нормативними документами.

Регламентування поведінки і дій фахівця обумовлює необхідність розробки професійно-етичного кодексу, як вирішального чинника, що дає можливість детермінувати, регулювати і оцінювати, а також гарантувати цілісність етико-аксіологічного підходу до професійної діяльності.

Об'єктом професійно-етичного кодексу є індивідуальна і колективна моральна свідомість представників професійної групи, його предметом – моральні знання, навички, особиста відповідальність фахівців.

У практиці мають місце дві основні моделі впровадження професійно-етичного кодексу. Відповідно до однієї з них, кодекс може бути зведенням норм, що еволюціонує протягом тривалого часу одночасно з професійно-етичною системою і є її віддзеркаленням. Відповідно до другої моделі, поява кодексу може випереджати розвиток професійно-етичної системи і базуватися на моральних уявленнях і установках членів професійної групи,

Найзагальнішою основою будь-якої сучасної професійно-етичної системи є цінність людини, збереження її життя, здоров'я, благополуччя, прав, а значить, і благополуччя усього суспільства і людства в цілому. Специфіка ж професійно-етичної системи конкретного виду професійної діяльності обумовлюється в першу чергу специфічним сенсом і змістом самої діяльності. Наприклад, у межах професійної діяльності в авіаційній галузі гарантування збереження життя, здоров'я, безпеки є ключовою проблемою, яка має бути закріплена обов'язковим дотриманням основних принципів професійно-етичної системи.

Одним з найбільш вагомих професійно-етичних принципів, присутніх в кодексах, є принцип професіоналізму. Кожна з професійно-етичних систем і відповідний кодекс вимагають від представників професії високого професіоналізму, постійного оновлення і вдосконалення знань і навичок, особистого розвитку. Така вимога виправдана, оскільки тільки фахівець, що досконало володіє своєю професією, здатний забезпечити ефективну діяльність і високу якість кінцевого результату, розвивати зміст професійної діяльності і сприяти підвищенню престижу професійної групи.

Обов'язковим принципом професійно-етичних систем, закріпленим в кодексах, є принцип дотримання інтересів споживача кінцевого результату професійної діяльності. Різниця в підходах до трактування і реалізації цього принципу може служити свого роду індикатором професійних інтересів: якщо інтереси людини і суспільства професія (чи її конкретний представник) ставить на перше місце, то фахівець повинен при визначенні стратегії діяльності керуватися не лише думкою клієнта, але і своїми професійними знаннями про дійсні потреби людини, його корінні інтереси.

Багато що в змісті професійно-етичної системи залежить від соціальної значущості професійної діяльності, наскільки масштабні результати діяльності професійної групи і кожного окремого її члена: це визначає міру відповідальності фахівця і відповідні санкції, передбачені системою. Так, гідне виконання професійних обов'язків фахівцем авіаційної галузі може забезпечити довіру до цієї галузі і сприяти її розвитку. Відповідно до фахівців авіаційної галузі, що порушили професійно-етичні норми, приймаються найжорсткіші заходи, особливо якщо його дії або стосунки є реальною загрозою безпеці людей.

Практично в усіх професійних етичних системах декларується принцип конфіденційності – вимога зберігати професійну таємницю («військова таємниця», «лікарська таємниця», «наукова таємниця» тощо). Але в той же час практично в кожній професійно-етичній системі присутня можливість «виключень з правила», заснована на необхідності дотримання інтересів суспільства. Таємниця може бути порушена з міркувань вищого блага, у тому випадку, якщо її збереження може містити реальну загрозу життю і здоров'ю окремих членів суспільства, або усьому суспільству. Сумним прикладом такого недбальства є горезвісна трагедія 2002 року на Скви́лівському летовищі під Львовом.

Важливе місце в професійно-етичних кодексах займають принципи чесності і безкорисливості. Фахівець не має права спотворювати інформацію

або приховувати її, хоча цей принцип в деяких професіях може мати специфічне прочитання, обумовлене змістом діяльності.

Висновки

Отже, етико-аксіологічною основою професійної діяльності є безумовне визнання цінності людини і суспільства, дотримання цього принципу кожен вид професійної діяльності сприяє з урахуванням своєї специфіки. Професійно-етичний кодекс, завдяки реалізації відповідних функцій, може стати одним з дієвих засобів підвищення ефективності і якості професійної діяльності, служити гарантом прав людини на безпечне життя та збереження здоров'я, гідності і честі в межах будь-якої професійної діяльності.

Список літератури

1. Ларошфуко Ф. Максими и моральные размышления // Размышления и афоризмы французских моралистов XVII-XVIII веков: Сборник: Пер. с фр. – Л.: Худож. лит., 1987.
2. Малахов В. А. Етика. – Острог : Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2014. – 214 с.
3. Мішель Монтень. Проби: в 3 Т. / Пер. з фран. Анатолія Перепаді. – Київ: Дух і Літера, 2005 – 2007.
4. Тофтул М. Г. Сучасний словник з етики: Словник. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – 416 с.

*Т.А. Пода, канд. філос. наук, доц.,
О.М. Сідоркіна, канд. філос. наук, доц.,
О.П. Скиба, канд. філос. наук, доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Екзистенційний оптимізм ідеї польоту

*У статті здійснено філософську ретроспекцію змісту і значення ідеї польоту.
А також зроблено аналіз сучасних уявлень пов'язаних із досягненнями технічних
та гуманітарних наук.*

Феномен польоту здавна займав важливе місце у свідомості як пересічної людини, яка спостерігала за пересуванням птахів і комах, так і мислителів минулого, які намагалися досягнути природу людини як істоти у системі царств природи. Відомо, що значна кількість людей відчували стан польоту уві сні, низка східних духовних практик демонструють можливість подолання сили земного тяжіння людським тілом у тісній взаємодії з духом.

Сучасному ж етапу технічного втілення ідеї польоту, представленого найрізноманітнішими функціональними моделями літальних повітряних апаратів, передував більш тривалий етап філософських роздумів, міфологічних сюжетів і перших найпростіших обґрунтувань цієї ідеї, висловлення принципової можливості для людини подолати силу земного тяжіння і опанувати повітряну стихію. Перші практичні кроки до здійснення ідеї польоту зробив італійський винахідник, вчений і художник Леонардо да Вінчі, який намагався зробити штучний аналог пташиних крил. В наступному процес еволюції штучних засобів пересування людина здійснила своєрідне коло – від імітації пташиних крил до фотонних ракет з одночасним пошуком принципів пересування людини у навколишньому середовищі.

Якщо звернутися до ретроспекції ідеї польоту людини, то перші згадки про неї ми можемо знайти ще у найдавніших міфологічних, релігійних та філософських текстах, які дійшли до наших часів (давні тексти Шумеру, Вавилонії, Єгипту, давньоіндійські Веди, тексти Біблії, давньогрецька міфологічна традиція, зокрема, відомий міф про Ікара тощо). Всі вони виступають в якості перш за все історичних джерел, джерел реконструкції історії філософської думки загалом. Проте, надзвичайний інтерес, на нашу думку, становить спеціальне виділення та вивчення саме філософського змісту і значення ідеї польоту, дослідження її еволюції протягом багатьох історичних епох, а також аналіз сучасних уявлень, пов'язаних із останніми досягненнями технічних, гуманітарних наук та фізіологію людського організму.

Варто відзначити, що вже були спроби ретроспективного погляду та систематизації значного фактичного матеріалу щодо ідей польоту людини, і зокрема, у космічний простір. Тут, насамперед, слід відмітити ґрунтовні праці енциклопедичного характеру знавця авіації, аеродинаміки, теорії ракет і міжпланетних сполучень Миколи Олексійовича Риніна (1877 – 1942). У 1928 році тоді ще в Ленінграді (Санкт-Петербурзі) вийшов перший випуск його

космічної енциклопедії «Межпланетные сообщения. Мечты, легенды и первые фантазии» («Міжпланетні сполучення. Мрії, легенди та перші фантазії» (переклад авторський))) (другий випуск «Межпланетные сообщения в фантазиях романистов» («Міжпланетні сполучення у фантазіях романістів» (переклад авторський))); а всього за своє життя вченим підготовлено десять випусків). У цій праці М.О. Ринін прослідкував історію мрій, казок і фантазій польотів до просторів Всесвіту, показав як розвивалася ця ідея, послідовно переходячи до фантазій романістів, а потім до проектів інженерів та вчених.

В одній зі своїх книг вчений писав: «Будемо сподіватися, що рано чи пізно людина проб'є два панцирі, які скували Землю – тяжіння і супротив атмосфери, та піднесеться догори – у безкінечний світовий простір» [3, с. 209]. Загалом, досвід М.О. Риніна оцінюється як унікальний у своєму роді, який не втратив наукового значення і до сьогодні.

Серед інших дослідників можна відмітити піонерів авіації і космонавтики К.Е. Ціолковського, М.С. Жуковського. Мріючи про політ, К.Е. Ціолковський відзначав те, що «планета є кошиком розуму, але не можна вічно жити у кошиці». Окрему сторінку у розвитку технічних і соціальних аспектів ідеї польоту людини становить цикл науково-популярних романів французького письменника-фантаста Жуль Верна та інших видатних мислителів минулого.

Зазначимо, що з плином часу сама ідея польоту все більше отримувала оптимістичне наповнення екзистенційного характеру, в межах якої передбачалася можливість подолання і зняття багатьох протиріч людини і природи, людини і соціуму, зокрема, проблема життя і смерті, кінечності існування окремого індивіда і його величезного духовного і фізичного потенціалу.

Сучасні дані експериментальної фізіології і біофізики клітин свідчать про енергетичну природу фізіологічних процесів як у живих істот загалом, так і в організмі людини зокрема. Навіть сам процес еволюції екосистем спрямований на збільшення сумарного потоку енергії, що проходить через них.

В літературі пропонується умовна гіпотетична модель енергосистеми людини «Людина-атом», суть якої полягає в тому, що людина як система, здатна до самовдосконалення із одноклітинної істоти, яка плаває в рідкому середовищі, перетворила себе і свій опорно-руховий апарат у багатоланковий пристрій для ходіння по Землі. Центром управління виступає позитивно заряджене плазмене ядро атома, розташованого у голові під твердим кістковим покриттям. Поступово буде трансформуватися і взаємодія рухового апарату людини із зовнішнім середовищем пересування (політ), оскільки вже за останні кілька сот років у розвитку людини спостерігаються такі явища, як грацилізація всього кістяка у бік зменшення його масивності та брахікефалізація, тобто округлення форми голови зверху [1, с. 42–43; 2]. Тобто, екстраполяція можливого нового способу пересування людини з часом виглядає наступним чином: рідке середовище мешкання – плавання як засіб пересування в минулому, тверде – хода по землі (сучасність) і газоподібне середовище – політ (у майбутньому).

Це питання у своїй практичній площині тісно пов'язане із таким складовими, як тривалість життя людини, середовище життєдіяльності та фактор її морально-етичного самовдосконалення. Останній фактор відіграє важливу роль у реалізації справжнього призначення людини, розкритті її творчого потенціалу. Висока моральності і духовна досконалості завжди займали провідну роль в усіх релігійних системах світу, а на сучасному етапі розвитку науки це знаходить підтвердження вже на експериментальному, доказовому рівні. Головні закони природи і Всесвіту діяли раніше і продовжують діяти дотепер, і нашим завданням має стати постійне прагнення і спрямування зусиль на їх пізнання і використання на благо собі і оточуючим. Саме таким нам вбачається розуміння екзистенційного оптимізму ідеї польоту людини.

Список літератури

1. Смирнов В.М. От круга – к спирали жизни! / В.М. Смирнов – К.: Ово «Знание» УССР, 1990. – 48 с. – (Сер. 5 «ВЛС» № 15)
2. Стасенко А.А. Физика полета. / А.А. Стасенко – М.: «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, 1988. – 144 с. – (Б-ка «Квант», Вып. 70.)
3. Черненко Г. Жизнь, книги и полёты профессора Рынина / Г. Черненко // Глобус. Географический сборник. Научно-художественная книга. Составитель Л.А. Джалалбекова. – Л.: «Дет. лит.», 1978. – 368 с.

*В.О. Рахманов, канд. пед. наук, доц.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Концептуальні положення підготовки майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища технічного університету

У роботі розглянуто концептуальні положення підготовки майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища технічного університету. Це надасть необхідні засади для підвищення ефективності навчально-виховного процесу, поглиблення професійних знань майбутніх інженерів та компетенцій викладачів.

В основу розробленої концепції теоретичних і методичних засад підготовки майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища технічного університету покладено фундаментальні положення філософії, психології, педагогіки, теорії пізнання та теорії систем. У ній знайшли відображення ідеї гуманізації та гуманітаризації освіти, особистісно-орієнтованого та розвивального навчання, діяльнісного, системного, технологічного підходів.

Переважає більшість завдань професійної діяльності майбутніх інженерів мають інформаційний характер, що свідчить про доцільність і необхідність створення у структурі професійної підготовки майбутніх інженерів цілісної системи засвоєння знань, умінь, навичок, особистісних переконань, що забезпечить формування у майбутніх інженерах професійного особистісного утворення, що здатного забезпечити здійснення ними професійної освітньо-інформаційної діяльності [4].

Концептуальна ідея нашого дослідження полягає у тому, що функціонування цілісної системи підготовки майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища технічного університету зумовить формування складової професійної підготовки, що забезпечує здійснення фахової інформаційної діяльності – комп'ютерно-інформаційної підготовки. Професійна комп'ютерно-інформаційна компетентність є результатом комп'ютерно-інформаційної підготовки майбутніх інженерів, компонентом професійної компетентності. Вона характеризується теоретичними знаннями, стійкими навичками і вміннями, сформованістю особистісних якостей, що у комплексі забезпечують успішне виконання на належному нормативно-правовому, організаційно-методичному та програмно-технічному рівні інформаційної складової навчальної діяльності майбутніх інженерів [5].

Формування комп'ютерно-інформаційної компетентності майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища буде успішним за рахунок впровадження у навчальний процес моделі професійної компетентності професійно комп'ютерно-інформаційної підготовки [1], яка:

– побудована на теоретичних засадах, що враховують принципи, педагогічні умови, засоби та методи формування професійної комп'ютерно-інформаційної компетентності як складного інтегративного особистісного

утворення;

- структурно і функціонально передбачає послідовну реалізацію цілей комп'ютерно-інформаційної підготовки шляхом діагностики, оцінювання та управління процесом формування комп'ютерно-інформаційної компетентності майбутніх інженерів;

- вимагає обґрунтування змісту, структури, визначення чинників формування комп'ютерно-інформаційної компетентності майбутніх інженерів у процесі фахової підготовки у виші;

- передбачає модернізацію навчального процесу з інформаційних систем і споріднених з нею дисциплін, низки спеціальних дисциплін на основі використання створеного педагогічного програмного забезпечення (навчальні демонстрації; електронні посібники, тестово-контролююча програма, набори комп'ютерних тестів) для майбутніх інженерів, спрямованого на послідовне формування їхньої комп'ютерно-інформаційної компетентності.

Сучасні мережні технології є формуючим чинником і невід'ємною складовою освітньо-інформаційного середовища вишу, що істотно впливає на зміст, організаційні форми, методи професійної діяльності майбутніх інженерів та охоплює всі напрями і сфери їх діяльності. Професійна діяльність майбутніх інженерів розглядається як один із формуючих чинників сучасного креативного освітньо-інформаційного середовища, яке є штучно спроектованою педагогічною системою з притаманними їй властивостями і функціями. Функціонування такої системи спрямоване на отримання, перероблення і зберігання структурованої інформації з метою забезпечення професійно орієнтованих потреб учасників навчально-виховного процесу.

Організаційно-педагогічними умовами формування освітньо-інформаційного середовища є високий рівень сформованості й ефективна реалізація в його межах інформаційної, діяльнісної та комунікаційної складових професійної діяльності об'єктів навчально-виховного процесу [3]. Достатньою умовою – є забезпечення у його межах ефективного обігу професійної, науково-методичної та навчальної інформації.

Специфіка інформаційних потоків у виші, їхня періодичність, обсяг, необхідність контролю за їхнім проходженням визначають особливості концептуальних основ використання засобів навчання у професійній діяльності майбутніх інженерів як системи, в якій нормовано обіг і обсяг потоків науково-методичної і професійно-предметної інформації. Така система є функціональною підсистемою професійної діяльності майбутніх інженерів, яка реалізується в освітньо-інформаційному середовищі. Наявність рухомого контингенту об'єктів навчально-виховної діяльності актуалізує проблему періодичності життєвого циклу освітньо-інформаційного середовища. Життєвий цикл визначається часом існування в мережі, який потрібен об'єктам навчання для її сприйняття і використання у майбутній діяльності. Нормування цих потоків є важливою загальноконцептуальною основою вдосконалення професійної діяльності майбутніх інженерів. Навчальний процес відбувається за умови виявлення, класифікації і реалізації принципів відкритої освіти, що впливає на відбір форм, методів, засобів представленої науково-методичної інформації.

Концептуальні основи використання освітньо-інформаційного середовища у професійній діяльності майбутнього інженера полягають у:

- виявленні стану готовності викладацького складу до науково-методичного супроводу навчальної діяльності майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища;

- нормуванні інформаційних потоків (періодичність, обсяг, необхідність контролю за їхнім проходженням тощо);

- усвідомленні дидактичних принципів навчання, які визначають модернізацію змісту, форм і методів навчальної діяльності майбутніх інженерів;

- прогнозуванні позитивних змін у напрямі розширення сфери навчальної діяльності майбутніх інженерів;

- наявності достатнього рівня забезпечення функціонування відкритого освітньо-інформаційного середовища, доступність якого не обмежується наявністю його компонентів;

- розробленні критеріїв оцінювання педагогічної доцільності й економічної ефективності вдосконалення системи навчальної діяльності майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища;

- реалізації методологічних, педагогічних і дидактичних принципів відкритої освіти;

- відбору методів, засобів і меж формування освітньо-інформаційного середовища з урахуванням стану забезпечення навчальної діяльності майбутніх інженерів сучасними засобами підготовки і характеру взаємодій між об'єктами навчального процесу;

- забезпечення варіативності, видів, форм і функцій навчальної діяльності майбутніх інженерів із урахуванням кредитно-модульної системи навчання;

- врахуванні інформаційної безпеки впливу відкритого освітньо-інформаційного середовища на об'єктів навчальної діяльності.

Діяльнісний аспект змісту навчально-виховного процесу є загальноконцептуальною основою вдосконалення професійної діяльності майбутнього інженера найважливішим акцентом сучасного змісту освіти у виші [2]. Тому основними принципами впровадження педагогічних технологій у професійну діяльність майбутніх інженерів є: науковість, демократизм та гуманізм; професійне спрямування; єдність навчальної та дослідницької робіт; використання програмно-цільовий принцип; індивідуалізація; цілепокладання, систематичність і послідовність у виконанні професійних дій.

Професійна діяльність майбутніх інженерів базується на розумінні необхідності постійного оновлення знання, самовдосконалення та самоосвіти шляхом раціонального застосування сучасних засобів підвищення ефективності й якості особистісної діяльності. Реалізація концептуальних положень сприятиме:

- забезпеченню права викладачів і студентів вишу на освіту продовж усього життя;

- створенню належних умов для функціонування і розвитку мережної

системи навчання, забезпеченню достатнього обсягу фінансування для впровадження мережних технологій у навчальну діяльність майбутніх інженерів вишу;

- зміні освітньої парадигми, удосконаленню навчального процесу у вищій школі з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки;

- забезпеченню архітектурної доступності освітніх ресурсів, незалежно від форм місця та форми їх розміщення, і відповідно до потреб майбутніх інженерів;

- підготовці достатньої кількості кваліфікованих викладацьких кадрів, які володіють методиками навчання в умовах освітньо-інформаційного середовища, створення системи підвищення їх професійної майстерності.

Концептуальне положення нашого дослідження полягає у забезпеченні якості сучасної освіти, яке розглядається як ключовий елемент розвитку вищої школи, найважливіший аспект реалізації державної політики в напрямі її інформатизації, а саме:

- удосконалення нормативно-правового, науково-методичного, фінансово-економічного забезпечення, орієнтованого на ефективне використання мережних технологій у вищій школі;

- запровадження інноваційних освітніх технологій у контексті форм особистісно-орієнтованого підходу та моделей надання освітніх послуг для майбутніх інженерів;

- виявлення, класифікація і реалізація принципів відкритої освіти і ретельний відбір методів, засобів і меж формування освітньо-інформаційного середовища з урахуванням стану забезпечення професійної діяльності майбутніх інженерів сучасними засобами навчання і характеру взаємин між об'єктами навчального процесу у технічному університеті;

- формування освітньо-інформаційного середовища шляхом забезпечення психолого-педагогічного, науково-методичного супроводу навчального процесу;

- забезпечення вільного доступу до освітньо-інформаційного середовища, розроблення і використання навчально-виховного та науково-методичного контентів освітньої мережі, мережних засобів навчання;

- удосконалення системи підвищення кваліфікації викладачів вищої школи в напрямі ефективного впровадження освітньо-інформаційного середовища у навчальний процес;

- організація внутрішніх та зовнішніх комунікаційних каналів і структур навчання із метою передачі та одержання професійно важливої інформації;

- виділення критеріїв пошуку і збору різних видів навчальної інформації в залежності від виконуваної функції та виду діяльності;

- формування масиву даних відповідно до специфіки технічного навчального закладу.

Висновки

Підготовка майбутніх інженерів технічного університету в умовах

освітньо-інформаційного середовища надає можливість використовувати у навчальному процесі інтегральний підхід, який полягає в можливості сформувати відкрите оточення та забезпечити ефективну професійну діяльність майбутніх інженерів, яка спрямована на позитивні зміни у підготовці майбутніх фахівців та постійний супровід реалізації ними їх власної освітньої траєкторії навчання. Такий ефект оцінюється не тільки економічними показниками, а й моральними, етичними та іншими категоріями, які сприяють підвищенню рівня життя людини в суспільстві.

Список літератури

1. Луговий В. І. Ключові поняття сучасної педагогіки: навчальний результат, компетентність, кваліфікація / В.І. Луговин, О.М. Слюсаренко, Ж.В. Таланова // Педагогічна і психологічна науки в Україні НАПН України. – К., 2012. – Т. 1: Загальна педагогіка та філософія освіти. – С. 23-38.
2. Ничкало Н. Г. Педагогіка вищої школи: крок у майбутнє/ Н.Г. Ничкало. – Сучасна вища школа: психолого-педагогічний аспект : монографія. – К.: Віпол. – 1999. – С. 3-11.
3. Пехота О.М. Інформаційно-комунікаційні технології в педагогічній освіті : навчальний посібник / О.М. Пехота, Т.В. Тихонова, А.Б. Веліховська, Ф.С. Алілова, Т.В. Зубенко, О.Г. Захар. – Миколаїв : Іліон, 2013. – 252 с.
4. Рахманов В.О. Методичні засади формування освітньо-інформаційного середовища у вищому технічному навчальному закладі / В.О. Рахманов. – Вісник Національного авіаційного університету. Серія : Педагогіка. Психологія : зб. наук. праць. – К : НАУ, 2015. – Вип. 2(7). – С. 98-103.
5. Cehk V. Attitudes to technology, perceived computer self-efficacy and computer anxiety as predictors of computer supported education / V. Celik. E. Yesilyurt // Computers & Education. – 2013. – V. 60. – P. 148-158.

Глобалізація, авіація, людина

В статті розкривається розуміння глобалізації та глобалізаційних процесів в суспільстві, роль авіації (цивільної, ділової, транспортної) та особливості «людського фактору» при використанні авіації.

Сучасна епоха – це епоха глобалізації, що охоплює не тільки економічні, а й інші аспекти соціального життя. Глобалізація – це неминуче явище в історії людства, головний зміст якого заключається в тому, що світ в результаті обміну товарами, продуктами, інформацією, знанням та культурними цінностями стає більш взаємозалежним. За останні десятиліття темпи цієї глобальної інтеграції стали набагато більш високими і вражаючими завдяки безпрецедентним досягненням в таких сферах, як технології, засоби зв'язку, наука, промисловість та транспорт.

Сучасне глобалізуюче суспільство не може нормально функціонувати та розвиватись без постійного вдосконалення авіації, як транспортного засобу зв'язку та інформаційних комунікацій. Авіація в умовах глобалізації сприяє мобільності населення різних держав, що належать до різних рівнів розвитку. Через авіацію відбувається процес міграції – переміщення в пошуках роботи, освіти. Туризм, міжнародні ділові стосунки, відбувається культурна інтеграція різних народів та країн.

Авіація, як вид транспорту почала використовуватись вже після того, як першопочатково отримала значний розвиток за рахунок її військового використання в кінці XIX ст. Тільки в XX ст. активними темпами почала розвиватись цивільна авіація, котра за декілька десятиліть оповила авіалініями всю планету, зробивши можливим масові подорожі без будь яких просторових та часових обмежень. Число авіапасажирів збільшується, так в 1994 році їх кількість в усьому світі складала більше чим 1200 млн. людей, а вже в 2014 (якихось 20 років потому) ця цифра збільшилась до 3,3 млрд. Європейська «Біла книга» зазначає, що починаючи з 1980 р. пасажирооборот (пас.-км) зростає в середньому на 7,4% в рік, а в 15 країнах – членах ЄС в порівнянні з 1970 р. виріс в 5 разів. У небі постійно знаходиться 25 тис. літаків, і їх число подвоюється кожні 10-14 років.

В сучасному глобалізованому світі з його швидким темпом розвитку та швидкими методами реагування на всі суспільні процеси включаючи і соціальні, і політичні, і економічні і т.д. широкого використання набуває бізнес авіація (ділова авіація). Так говорить про бізнес авіацію Леонід Кошелев: «Якщо порівнювати рейсову авіацію і бізнес авіацію, це все одно, що плацкарт та СВ. Ділова авіація сьогодні – транспортний засіб без якого неможливо обійтись,..... ділова авіація – це транспортний засіб який дозволяє швидше пересуватись. Так, воно коштує

дорожче, але дозволяє потрапити туди, куди немає постійних регулярних рейсів, куди часом взагалі не можна долетіти. Крім того, в регулярній авіації все треба робити заздалегідь (купувати квитки і т.п.), а ділова авіація дозволяє відвідати 2-3 місця за один день,..... це конкретний транспортний засіб, який дозволяє вирішувати конкретні завдання». [1] Україна займає 10 місце на світовому авіаційному ринку послуг бізнес авіації. Далеко не у всякій країні є ділова авіація, що безсумнівно підтримує якийсь статус держави. [2]

В даний час авіація використовується також і як вантажний повітряний транспорт, котрий зайняв важливе місце в міжнародному комплексі транспортного забезпечення виробництва і торгівлі. Зростає тенденція до переходу, на найважливіших транспортних коридорах вантажного авіатранспорту, з чартерного на регулярний лінійний сервіс з оснащенням його найбільш прогресивними технологіями термінального обслуговування і електронного оснащення всіх етапів обробки вантажу на землі.

Процеси глобалізації на авіаційному транспорті будуть не тільки продовжуватись, але і матимуть нові форми і це все веде до збільшення робочих місць та забезпечення людей роботою. Але з таким інтенсивним рівнем життя, з психологічним, моральним та фізичним навантаженням працівників в авіаційній сфері, починаючи з пілотів та закінчуючи авіадиспетчерами гостро постає питання про авіаційну безпеку. Авіаційна безпека це стан, стан розуміння того, що з тобою чи з твоїми близькими нічого не трапиться в той час коли за безпеку відповідають працівники аеропорту.

За даними сайту Aviation Safety Network, де фіксується і аналізується інформація про всі авіа пригоди, щонайменше 12 авіакатастроф, що сталися за останні 40 років, були навмисно спровоковані пілоти та іншими працівниками, які мають відношення до управління літаком. У 10 випадках пілот спеціально міняв маршрут, щоб просити політичного притулку в інших країнах. [3] За словами Філіпа Баума, керівника лондонської компанії Green Light Ltd (надає консалтингові послуги в питаннях безпеки польотів), що «людський фактор» часто куди більш реальна небезпека, ніж якісь технічні проблеми під час польотів. Він зазначає, що почали дедалі частіше проявлятися випадки неадекватної поведінки працівників авіакомпаній, котрі викликають серйозні побоювання і в зв'язку з цим потрібно вживати серйозних заходів, і в першу чергу розробити більш ефективні методики відбору персоналу. Крім того, необхідно розробити більш дієві інструменти перед польотного медичного контролю. Цими проблемами та вдосконаленням методів запобігання авіакатастроф займається Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО).

Після подій терористичного характеру, котрі відбувались в європейських країнах і в зв'язку з тими подіями, що відбуваються на території нашої держави, збільшилась увага на процесах, котрі пов'язані з антитерористичними заходами та запобігання міжнародному тероризму.

Як не сумно це стверджувати, але міжнародний тероризм є породженням глобалізації.

Цивільна авіація завжди була та залишається об'єктом найпристальнішої уваги з боку злочинних організацій і окремих правопорушників, оскільки зловмиснику дуже просто реалізувати свої злочинні задуми в цій сфері. Справа в тому, що цивільна авіація має справу з великою кількістю людей (пасажирів) і має складні та дорогі засоби для реалізації своєї виробничої діяльності. Навіть часткова реалізація акта несанкціонованого втручання в діяльність цивільної авіації може завдати істотно великих фінансових, матеріальних, моральних та політичних збитків. Слід також мати на увазі шорикий суспільний резонанс, який супроводжує всі прорахунки в забезпеченні безпеки перевезень пасажирів та вантажів.

У всіх крупних аеропортах України існують навчальні центри ІКАО, які здійснюють навчання з авіаційної безпеки за програмами ІКАО в галузі авіаційної безпеки і за програмами затвердженими Державіаслужбою України. Навчання проводиться для всіх фахівців, котрі відповідають або мають хоча б мінімальну відповідальність за безпеку польотів таких, як:

- керівник служби безпеки;
- персонал, котрий здійснює контроль пасажирів, їх багажу на безпечність;
- персонал, котрий забезпечує контроль багажу, пошти та бортових приписів на безпеку;
- персонал, котрий здійснює охорону повітряних суден і патрулювання з ціллю безпеки;
- персонал, котрий здійснює спостереження та опитування пасажирів з ціллю безпеки;
- персонал, котрий здійснює відповідні процедури контроль за допомогою технічних засобів забезпечення безпеки;
- персонал авіакомпаній.

Фахівці ІКАО та інші організації, що займаються безпекою польотів не зможуть повністю забезпечити безпечність польотів, бо «людський фактор» буде присутній завжди в любых суспільствах якого б глобалізаційного розвитку вони б не зазнали.

Висновки

Глобалізація, як би її не оцінювали, представляє собою факт сучасного існування, «незворотній процес, невід'ємна частина світового розвитку. Авіація відіграє потужну роль в цьому процесі.

Головний двигун глобалізації – конкуренція. Вона впливає на всі сфери виробництва, залишаючи на світовій арені тільки найконкурентноспроможніші компанії. Для авіації це ті компанії котрі забезпечать найбезпечніші перельоти, найбільш швидко доставку

продукції, це ті компанії котрі будуть краще обслуговувати клієнтів рейсових та бізнес перельотів.

Список літератури

Глобализация и конкуренция в современном мире. – Режим доступа: <http://bizavnews.ru/233/5328>

Деловая авиация: какие вызовы стоят перед отраслью бизнес перелетов. – Режим доступа: http://cfts.org.ua/articles/delovaya_aviatsiya_kakie_vyzovy_stoyat_pered_otraslyu_biznes_pereletov_531

Крушение Germanwings: почему неисправные пилоты опаснее, чем неисправная техника. – Режим доступа: <http://www.dsnews.ua/world/krushenie-germanwings-pochemu-neispravnye-piloty-opasnee-chem-27032015115600>

С.М. Ягодзінський, д-р філос. наук, доц.,
А.М. Єровенко
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

Людиновимірність сучасної авіаційної інфраструктури (на матеріалі Повітряного кодексу України)

Обґрунтовується людиновимірний характер розвитку сучасної авіації як сфери послуг. На основі аналізу Повітряного кодексу України виявлено місце фахівців гуманітарних і соціально-політичних спеціальностей у структурі авіації як людино-машинної системи.

Індустріальний етап розвитку цивілізації міцно укоренив у масовій свідомості технічний і технологічний виміри наукового прогресу як домінуючі. Свого часу французький лікар і мислитель Ж. Ламетрі у праці «Людина-машина» запропонував розглядати за зразком механізму навіть людське тіло. Захоплення пристроями, механізмами, станками, автомобілями, а, пізніше, – літаками, комп'ютерами й космічними кораблями прищеплювала людству містичне сприйняття інновацій. Разом з тим, зрілість науково-технічного поступу, на наш погляд, вимірюється не кількістю винаходів, не досконалістю гаджетів, не покращенням характеристик повітряних суден тощо, а повнотою відповіді на запитання про те, як техніка покращує людську природу, як її імплементація в тло соціальної реальності розвиває суспільний потенціал і сутнісні сили людини.

Перші кроки людства на шляху підкорення неба почалися з сміливих мрій. Мрії доповнилися прагматикою, яка, у свою чергу, дозволила поставити відповідні науково-технічні завдання. Тисячі спроб піднятися у повітря, сотні загиблих сміливців з очевидністю показали – авіація потребує оновлення науки, техніки, технологій, підходів і принципів. Не дивно, що протягом усього ХХ ст. авіація й космонавтика концентрували навколо себе кращих наукових та інженерних кадрів.

Проте перші успіхи авіаційної промисловості визначили й нове коло проблем, що, як виявилось, не мають винятково технічного вирішення. В комплексі документів ІКАО ці проблеми іменують «людським фактором». Не зупиняючись докладно, відзначимо, що людським фактором характеризують ситуації, в яких подальший перебіг подій був обумовлений рішенням, прийнятим людиною (пілотом, диспетчером, механіком, бортпроводником).

Бажання звузити вплив людини на перебіг процесів призвело до неймовірного ускладнення технічного оснащення літаків. Системи контролю та автопілотування, евристичні алгоритми і т.п. сучасні засоби автоматичного управління здатні забороняти чи навіть ігнорувати дії пілотів, якщо за висновком штукового інтелекту вони можуть нанести непоправної шкоди. Таке протистояння техніки та людини вивело авіацію та космонавтику за межі науково-технологічної проблематики. Внаслідок цього психологія, ергономіка, нейрофізіологія стали невід'ємними елементами комплексу авіаційних наук.

Нині ми перебуваємо на новому етапі розвитку авіації та спостерігаємо її трансформацію у сервіс, послугу, особливістю якого є масовий і глобальний характер. Авіація є місцем дотику, перетину культур, народів, релігій, світоглядів, економік, ідеологій, а в епоху Інтернет вона стала реальним (на відміну від віртуального) каналом глобальної комунікації. Зазначене змушує нас вказати на людиновимірність сучасної авіаційної інфраструктури та інтерпретувати її як форму соціалізації особистості.

Висновки щодо вагомого значення циклу гуманітарних і соціально-політичних дисциплін у структурі сучасної авіаційної промисловості як сфери послуг не є винятково умоглядними, теоретичними, а впливають з низки нормативних та процесуальних документів, які регулюють авіаційну сферу. Для прикладу ми обрали Повітряний кодекс України, який не лише унормовує правові основи діяльності в галузі авіації, а й окреслює інфраструктуру останньої. Спираючись на аналіз лише деяких вказаних у Кодексі норм, спробуємо репрезентувати авіацію як сферу реалізації науково-технічних і соціально-гуманітарних інновацій.

В основі аналізу авіації як соціального феномена лежить обґрунтування єдності матеріальних і духовних аспектів діяльності людей щодо її створення, вдосконалення та використання, яке корелює із загальноцивілізаційними трендами людського прогресу.

Згідно Статті 10 Повітряного кодексу України «Забезпечення безпеки авіації» уповноважений орган з питань цивільної авіації встановлює кваліфікаційні вимоги, надає погодження та скасовує погодження кандидатур керівників суб'єктів авіаційної діяльності, представників керівного складу таких суб'єктів, які несуть відповідальність за безпеку авіації, систему управління якістю згідно з авіаційними правилами України. З цього слідує, що підбір персоналу має здійснювати фахівець, який володіє навиками проведення співбесіди, виявлення психологічних особливостей претендентів на посаду, знає методики тестування їхніх умінь і навичок, досконало оперує аналітичними процедурами щодо вивчення наданих документів. Очевидно, такими компетенціями володіють психологи. Залучення психолога до процесу співбесіди з кандидатом на посаду керівника в авіаційній галузі (як і окремих служб та підрозділів) дає змогу отримати об'єктивні дані щодо здоров'я, емоційного стану, схильності кандидата до навіювань і паніки у екстрених ситуаціях, а також здатності його до швидкого прийняття рішень. Історія надає нам безліч прикладів трагічних подій, причиною яких є ігнорування чи недостатній рівень послуг психолога авіаційної організації. Зокрема, це і авіакатастрофа лайнеру A320, який виконував рейс 4U9525 з маршрутом Барселона – Дюссельдорф, яка сталась з провини пілота А. Любіца. Пілот навмисно спрямував літак в скелю, і разом зі своїм життям загубив ще 150 людей. Черговим прикладом недостатньої фахової підготовки авіаційного персоналу є самогубство пілота В. Серкова, який несанкціоновано вчинив виліт на судні Ан-2 з аеропорту «Сєвєрний» в м. Новосибірськ. Пілот кружляв над містом декілька годин, після чого направив літак на житловий будинок. Пізніше з'ясувалося, що там мешкала його колишня дружина.

Відповідно до пункту 6 Статті 11 «Нормативно-правове регулювання» керівник уповноваженого органу з питань цивільної авіації відповідно до авіаційних правил України може звільнити суб'єкта авіаційної діяльності від виконання окремих технічних або процедурних вимог авіаційних правил України, якщо буде визнано, що це необхідно в інтересах суспільства та не створює загрози безпеці цивільної авіації. Це свідчить про те, що для відсторонення суб'єкта авіаційної діяльності від виконання окремих технічних або процедурних вимог авіаційних правил виникає потреба визначення і діагностування його загального психологічного стану, індивідуальних особливостей, які можуть спричиняти недостатній рівень виконання поставлених задач. Очевидним є й те, що для визнання суб'єкта тимчасово некомпетентним та діагностики його індивідуальних якостей з'являється потреба в залученні психолога, а коли ситуація стосується клімату в певній робочій групі чи колективі, то й соціолога. За допомогою соціометричного дослідження, фахівець соціологічної служби має змогу надати відомості про сумісність членів колективу, а при проведенні індивідуального тестування детально окреслити соціально-психологічний портрет окремого працівника. Відсутність такого роду робіт з персоналом авіаційного підприємства може потягнути за собою ряд небезпечних наслідків та невідповідностей. Наприклад, однією з причин авіакатастрофи Boeing-737, який виконував рейс FZ-981 по маршруту Дубай – Ростов-на-Дону, вважають суперечку у кабіні екіпажу, яка відбулась між пілотами в переломний момент екстреної ситуації і відняла не лише дорогий час, а й шанси на виживання.

У положеннях Статті 47 «Бортова документація повітряного судна» зазначено, що авіаційна діяльність супроводжується обов'язковою наявністю ряду документів таких як, реєстраційне посвідчення, сертифікат льотної придатності або дозвіл на виконання польотів та повний перелік бортової документації, що визначається авіаційними правилами України. Підготовка, упорядкування і запровадження цілого ряду документів – необхідні елементи авіаційної діяльності, без наявності яких жоден літак не в праві покинути злітну смугу, так як і жоден пасажир без пакету належних документів не в праві зайняти місце в салоні. Для виконання означеної в статті Кодексу функції достатні компетентності має документознавець в уповноваження якого входить розробка, підготовка та контроль інформаційно-документаційного забезпечення безпеки польотів.

Пункт 1 Статті 52 «Підготовка, перепідготовка, підтвердження / відновлення та підвищення кваліфікації авіаційного персоналу і персоналу з наземного обслуговування» передбачає таке: «Підготовка, перепідготовка, підтвердження / відновлення та підвищення кваліфікації авіаційного персоналу і персоналу з наземного обслуговування з видачею відповідного сертифіката / свідоцтва проводиться в авіаційних навчальних закладах, центрах перепідготовки і підвищення кваліфікації авіаційних спеціалістів та в інших закладах, у тому числі іноземних, що сертифіковані або визнані уповноваженим органом з питань цивільної авіації для проведення відповідної підготовки». Отже, робота з підготовки працівників авіаційної галузі потребує залучення психологів, які визначають готовність і стан психологічного

здоров'я працівника чи кандидата на посаду, а також педагога, яких має розробити необхідні моделі формування необхідних компетентностей слухачами підготовчих чи перепідготовчих відділень. У законодавстві чітко прописано, що кожен кандидат на посаду в підприємствах авіаційного профілю має отримати сертифікат, який свідчить про задовільний стан пам'яті, уваги, емоційної сфери, сприйняття часу. Крім того, він повинен мати середній і високий рівень професійних психологічних якостей. Також обов'язковими критеріями є: адекватна міміка, чиста та розбірлива мова (що очевидно може бути діагностовано лінгвістами). Високий рівень володіння мовою, хороша дикція та приємний тембр голосу у персоналу, наприклад, авіакомпанії можуть створити потрібний імідж, що в свою чергу відіграє не останню роль у виборі перевізника. Удосконаленням та усуненням проблем дикції займаються спеціалісти фонопеди, логопеди, тренери з техніки мови та коучі.

Звертаючи увагу на підготовці персоналу з наземного обслуговування, зазначену у пункті 3 Статті 52 «Перелік персоналу з наземного обслуговування» варто зауважити, що робота з підготовки відповідного персоналу теж потребує залучення спеціалістів гуманітарної галузі. Саме через неувважність у 2004 році в аеропорту «Шереметьєво» під час запуску двигуна Boeing-737 загинув інженер, якого затягнуло в турбіну літака. При цьому неувважним виявився не тільки постраждалий, який знаходився на небезпечній відстані від турбіни літака, а й члени екіпажу, які невчасно активували двигун. Сумний досвід такої «неувважності» у 2002 році також мала відома авіакомпанія «Air China». Варто зауважити, що цих трагедій можна було б уникнути вчасною діагностикою рівня уваги за допомогою відомого тесту Мюнстерберга, яким користуються більшість психологів при відборі персоналу на посади, які вимагають великої концентрації уваги.

Відповідно до пункту 1 Статті 116 «Завершення пошуку і рятування» пошук і рятування повітряних суден, екіпажів, пасажирів та всіх осіб, які перебувають на його борту, продовжується, якщо це практично можливо, доки всі, хто залишився живим, не будуть доставлені в безпечне місце або доки існує обґрунтована надія на врятування всіх, хто ще може залишитися живим. З цього можемо зробити висновок, що після успішного порятунку зі всіма особами, які перебували на борту судна має проводитись реабілітація, робота по відновленню нормального психологічного стану. Своєчасна психологічна допомога в найкоротший термін поверне постраждалого до урівноваженого стану, що дозволить не лише повернути людину до нормального соціального життя, а й зібрати в учасників події необхідні покази, спостереження тощо. З цією задачею успішно може впоратися спеціаліст, який володіє необхідною сумою знань в галузі психології, філології, соціальної роботи, має високо розвинені комунікаційні навички тощо.

Висновки

Зважаючи на обмежений обсяг доповіді, ми зупинилися лише на кількох пунктах Повітряного кодексу України та зовсім не брали до уваги інші нормативні документи, що врегульовують авіаційну діяльність як сферу послуг. Проте поверхового аналізу достатньо, щоб зробити деякі висновки.

Авіація кінця ХХ – початку ХХ століть є складним людино-машинним комплексом, що залежить від наукового, технічного, технологічного й соціокультурного аспектів суспільного розвитку. Прогрес авіації як сфери послуг прямо залежить від ступеня її «розпредметнення» гуманітарними та соціально-політичними науками. Аналіз Повітряного кодексу України показує, що ефективне виконання сучасною авіацією поставлених перед нею завдань, а також своєчасне реагування на цивілізаційні виклики і небезпеки неможливе без співпраці фахівців технічного та нетехнічного профілю, координації їхніх зусиль і компліментарності взаємодій.

Список літератури

1. Повітряний кодекс України (зі змінами і доповненнями станом на 01.04.2017). – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>
2. Синергетика человекомерной реальности / Философия науки. Вып. 8; Гл. ред. В.И. Аршинов. – М.: ИФ РАН, 2002. – 428 с.
3. Хейли А. Аэропорт / Пер. с англ. – М.: АСТ, 2015. – 608 с.

ICAO language proficiency levels required for airline pilots

The paper considers the levels established in compliance with the ICAO Language Proficiency Rating Scale. It is required for airline pilots to pass the testing and confirm language proficiency for international flights in compliance with the ICAO Language Proficiency Standard (ICAO Doc 7300, Annex 1).

The International Civil Aviation Organization (ICAO) has established English language proficiency requirements for all pilots operating on international routes, as well as for all air traffic controllers who communicate with foreign pilots. These standards require pilots and air traffic controllers to be able to communicate proficiently using both ICAO phraseology and plain English.

In accordance with ICAO Doc 9835-AN/453 'Manual on the Implementation of ICAO Language Proficiency Requirements', proficient speakers shall:

- communicate effectively in voice-only (telephone/radiotelephone) and in face-to-face situations;
- communicate on common, concrete and work-related topics with accuracy and clarity;
- use appropriate communicative strategies to exchange messages and to recognize and resolve misunderstandings (e.g. to check, confirm, or clarify information) in a general or work-related context;
- handle successfully and with relative ease the linguistic challenges presented by a complication or unexpected turn of events that occurs within the context of a routine work situation or communicative task with which they are otherwise familiar;
- use a dialect or accent which is intelligible to the aeronautical community.

In order to conform to ICAO Language Proficiency requirements, pilots, air traffic controllers and all others who use English in Radio Telephony Communications on international routes must be at ICAO English Language Level 4 (Operational) or above. There are six descriptors approved by the ICAO and specified in the ICAO Language Proficiency Rating Scale to assess test-takers' knowledge and skills in Aviation English. These descriptors are the following: Pronunciation, Structure, Vocabulary, Fluency, Comprehension, and Interaction. Figure 1 shows an assessment form where all the descriptors are applied to efficiently evaluate pilots and air traffic controllers' language proficiency. Comments made by raters and mistakes made by test-takers are described in the assessment form. An English Language Level is established by the examination board for each of the six categories and specified in a necessary column. Final assessment is carried out taking into consideration the lowest point received by a

test-taker for any of the six categories. For instance, if the 3rd Level (Pre-operational) is established for comprehension or vocabulary, the final assessment is the 3rd Level, not depending on the results obtained for the other categories. Level 3, in turn, means that a pilot does not confirm language proficiency for international flights.

Descriptor	Comments and mistakes	Level
Pronunciation		
Structure		
Vocabulary		
Fluency		
Comprehension		
Interaction		
Final assessment		

Fig. 1. Assessment form

An individual must demonstrate proficiency at Level 4 in all six categories (see Figures 1, 2) in order to receive a Level 4 rating. ICAO grades English language performance on a scale from 6 (highest) to 1 (lowest), which can be seen in Figure 2:

Level 6:	Expert
Level 5:	Extended
Level 4:	Operational
Level 3:	Pre-operational
Level 2:	Elementary
Level 1:	Pre-elementary

Fig. 2. ICAO language proficiency levels

According to the ICAO Language Proficiency Rating Scale, to receive Language Proficiency Level 4, an applicant must have vocabulary range and accuracy sufficient to communicate effectively on common, concrete, and work-related topics, as well as be able to paraphrase successfully when lacking vocabulary in unusual or unexpected circumstances. Comprehension must be mostly accurate on common, concrete, and work-related topics when the accent or variety used is sufficiently intelligible for an international community of users. Responses must be usually immediate, appropriate, and informative.

To receive Language Proficiency Level 5, an applicant must have vocabulary range and accuracy sufficient to communicate effectively on common, concrete, and work-related topics, as well as be able to paraphrase consistently and successfully. Comprehension must be accurate on common, concrete, and work-related topics. It is necessary to emphasize that an applicant’s comprehension must

be mostly accurate when confronting with a linguistic or situational complication or an unexpected turn of events. Also, an applicant must be able to comprehend a range of speech varieties (dialect and/or accent) or registers. Responses must be immediate, appropriate, and informative.

Those applicants who are assessed at ICAO Level 4 (Operational) must be re-tested every three years, respectively 6 years for Level 5. Those who fail may not be licensed to operate on international routes, so even if a pilot or controller achieves Level 4 once, further English training may be needed to maintain this level of proficiency.

Regarding airline pilots, it should be noted that lack of language proficiency may lead to non-standard and emergency situations in the air and on the ground. Here is an example of a non-standard situation, in particular a communication between a Chinese airline pilot and an American air traffic controller (ATC):

ATC: Air-China 981, have they cleared you into the ramp?
Pilot: Roger, ramp to theramp, Air-China 981.
ATC: OK, have they cleared you into the ramp?
ATC: Air-China 981, Ground.
ATC: Air-China 981, Kennedy Ground.
Pilot: 981, go ahead.
ATC: Have you been cleared into the ramp?
Pilot: OK, cleared to the ramp.
ATC: No, that was a question! Have the ramp people cleared you into the gate?
Pilot: Roger, to the gate, Air-China 981.
ATC: I'll try it again. It's a question, hold your position, this is a question; interrogative. Have you been cleared into your gate?
Pilot: OK, we hold here.
ATC: OK, how about the question? Have they cleared you into the gate?
Pilot: TowerGround, Air-China 981, we are Gate number 4 is open ...we are taxi to the northern.
ATC: Air-China 981, taxi to the ramp.
Pilot: Roger, taxi to the ramp.

As seen from the communication given above, the Controller's question 'Have you been cleared into the ramp?' is responded by the Pilot's intentions to taxi to the ramp. The reason of misunderstanding is that the pilot doesn't know English language very well. In other words, according to the results of the testing shown by this pilot, the 4-th (Operational) level should not have been established in compliance with the ICAO Language Proficiency Rating Scale. Taking into account the content and details of the communication between the Chinese airline pilot and the American air traffic controller, it would be appropriate to add that the 3rd Level (Pre-operational) might have been established as the highest one for the Chinese pilot. This fact leads us to conclude that airline pilots ought to pass the testing and confirm language proficiency for international flights in compliance with the ICAO

Language Proficiency Standard (Doc 7300 Annex 1) in order to effectively communicate and prevent possible non-standard and emergency situations occurring due to lack of Aviation English language proficiency, which, in turn, may cause misunderstanding between pilots and air traffic controllers. With this in mind, it is easy to predict consequences such as accidents, air crashes, damage to aircraft, runway incursions, etc. That is why the importance, significance, and relevance of the ICAO requirements pertaining to Language Proficiency can hardly be overrated.

References

1. Annex 1 to the Convention on International Civil Aviation - *Personnel Licensing* (Appendix A - *Language Proficiency Rating Scale*), Eleventh Edition, July 2011. International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.

2. Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation - *Aeronautical Communications*, Sixth Edition, October 2001, Volume II. International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.

3. ICAO Doc 9835 AN/453 - *Manual on the Implementation of ICAO Language Proficiency Requirements*, Second Edition 2010, International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.

4. Attachment A to State letter AN 12/44.6-07/68, Resolution A36-11 - *Proficiency in the English language for Radiotelephony*.
<http://skybrary.aero/bookshelf/books/624.pdf>

5. Attachment B to State letter AN 12/44.6-07/68, *Guidelines for the Development of a Language Proficiency Implementation Plan*.
<http://skybrary.aero/bookshelf/books/625.pdf>

6. ICAO Language proficiency requirements - *Implementation and maintenance recommended check-list*; updated on 13/03/2013;
<http://skybrary.aero/bookshelf/books/2499.pdf>

7. ICAO Circular 323 AN/185 - *Guidelines for Aviation English Training Programs* - guidelines based on the work of the Board and members of the International Civil Aviation English Association (ICAEA), 2009, International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.

*В.С.Волостных, аспирант (Академия управления
при Президенте Республики Беларусь, Республика Беларусь)*

Современная концепция безопасности полетов в реализации стратегических целей ИКАО

В статье рассматривается современная концепция безопасности полетов, которая разрабатывается государствами посредством принятия Программы обеспечения безопасности и внедрения в государстве Системы управления безопасностью полетов в рамках стратегической цели «Безопасность полетов».

Проблемы безопасности полетов появились с момента первого полета на воздушном судне. Именно с этого момента возникли различные теории обеспечения безопасности полетов.

Следует отметить, что, несмотря на то что полное недопущение авиационных происшествий является крайне желательным, добиться 100% уровня безопасности практически невозможно. Несмотря на все предпринимаемые усилия по предотвращению отклонений и ошибок, они все же будут происходить, так как любая искусственно созданная система, особенно связанная с человеческой деятельностью, не может считаться безопасной, т.е. свободной от риска.

Принятый ранее подход к обеспечению безопасности полетов предполагает детальную регламентацию всех сторон деятельности авиационного персонала и контроль за соблюдением постоянно усложняющихся нормативных требований. Такой подход позволил к концу 80-х годов выровнять динамику авиационных происшествий в мире. Однако происшествия продолжали и продолжают иметь место несмотря на созданную современную систему правил и нормативных актов.

Вся система обеспечения безопасности полетов была сориентирована на исключение повторов нежелательных событий по аналогичным причинам. Причем усилия мирового авиационного сообщества были направлены на обеспечение соблюдения минимальных стандартов, а не на определение и юридическое закрепление наилучшей практики эксплуатации или наиболее предпочтительных (желательных) стандартов.

Безопасность полетов всегда была основной составляющей в деятельности гражданской авиации. Это недвусмысленно отражено в статье 44 Чикагской конвенции, которая прямо определяет ответственность ИКАО «за обеспечение безопасного и упорядоченного развития международной гражданской авиации во всем мире».

На протяжении всей деятельности ИКАО стремится разработать адекватные меры обеспечения безопасности полетов.

В настоящее время обеспечение безопасности в большей степени рассматривается не как явление постфактум, с которым соглашаются и вырабатывают меры предотвращения, а как событие, непрерывно связанное с

контролем факторов риска. Отсюда возникает необходимость изменения ранее принятого понятия безопасности.

В приложении 19 к Чикагской конвенции под безопасностью понимается состояние, при котором риск причинения вреда лицам или нанесение ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска.

Требования ИКАО предусматривают разработку и принятие государствами **Программы обеспечения безопасности полетов** в целях достижения принятого уровня безопасности при производстве полетов. Каждое из государств должно установить свой приемлемый уровень безопасности полетов.

В настоящее время концепция **Программы обеспечения безопасности** и **Системы управления безопасностью полетов** ограничены применением только приложений 6, 11 и 14 к Чикагской конвенции. В дальнейшем возможно применение приложений эксплуатационного характера.

Сегодня в каждом государстве, по согласованию между уполномоченными органами и отдельными эксплуатантами, должны устанавливаться различные приемлемые уровни безопасности полетов. Эти уровни зависят от сложности эксплуатационных условий, самолетного парка.

Достаточно важным является соблюдение баланса между программами по обеспечению безопасности и системами управления безопасностью. Руководством по управлению безопасностью полетов определяется, что под Программой обеспечения безопасности полетов понимается комплекс правил и мер, направленных на повышение уровня безопасности полетов, а под Системой управления безопасностью полетов понимается упорядоченный подход к обеспечению безопасности полетов, включающий необходимые организационные структуры, сферы ответственности, политику и процедуры.

Очень важно с правовой точки зрения отметить, что установление приемлемого уровня (уровней) безопасности для Программы обеспечения безопасности полетов не заменяет нормативные или иные установленные требования и не освобождает государства от их обязательств в рамках Конвенции о Международной гражданской авиации и ее соответствующих положений.

Аналогичным образом установление приемлемого уровня (уровней) безопасности для Системы управления безопасностью полетов не освобождает эксплуатантов от их обязательств, предусмотренных соответствующими национальными нормативными положениями, а также от обязательств, вытекающих из Конвенции о Международной гражданской авиации.

С точки зрения правового регулирования роль ИКАО продолжает заключаться в разработке правил и инструктивных указаний по безопасному выполнению международных полетов, а также в содействии планированию и развитию воздушного транспорта. Эта задача продолжает в основном решаться путем разработки стандартов и рекомендуемой практики (далее – САРПС), которые содержатся в приложениях к Чикагской конвенции и отражают наилучший эксплуатационный опыт государств. В правилах

аэронавигационного обслуживания (далее – ПАНС) приводится описание практики, выходящей за рамки САРПС, когда для обеспечения безопасности и эффективности полетов желательна определенная степень единообразия в международном масштабе.

Очень важной составляющей процесса обеспечения безопасности полетов с учетом новых современных подходов является постоянное обновление нормативных положений, регулирующих безопасность полетов в гражданской авиации.

При определении приемлемого уровня безопасности и реализации самой Программы обеспечения безопасности пересекаются интересы большого количества физических и юридических лиц. Именно поэтому предстоит значительная работа юридического плана по созданию нормативной правовой базы, учитывающей интересы всех участников процесса.

Одним из главных факторов современного подхода к обеспечению безопасности Руководство по управлению безопасностью полетов определяет необходимость соблюдения корпоративной культуры безопасности, «которая способствует применению безопасной практики, поощряет сообщение информации, касающейся безопасности полетов, и активно влияет на управление безопасностью полетов при таком же внимании к результатам, как и в случае управления финансами».

Список литературы

1. Стратегические цели ИКАО. [Электронный ресурс] :Электронный бюллетень ИКАО EB 2010/54 // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/RU/Strategic-Objectives.aspx>– Дата доступа: 27.03.2017.

2. Глобальный план обеспечения безопасности полетов 2017-2019. [Электронный ресурс] : 2016 г., Издание второе // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.icao.int/safety/Pages/GASP.aspx> – Дата доступа: 27.03.2017.

3. Конвенция о международной гражданской авиации, [Электронный ресурс] : 30 марта 2000 г., Издание восьмое // ИКАО : офиц. сайт. – http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/chicago. – Дата доступа: 27.03.2017.

4. Глобальный аэронавигационный план 2013-2028. [Электронный ресурс] :2013 г., Издание четвертое // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.icao.int/safety/Pages/GASP.aspx> – Дата доступа: 27.03.2017.

5. Повестка дня тридцать восьмой сессии ассамблеи ИКАО. [Электронный ресурс] : Электронный бюллетень ИКАО A38-WP/1// ИКАО : офиц. сайт. http://www.icao.int/Meetings/a38/Documents/WP/wp001_ru.pdf – Дата доступа: 27.03.2017.

6. Руководство по управлению безопасностью полетов. [Электронный ресурс] :2009 г., Издание второе // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9859_cons_ru.pdf– Дата доступа: 27.03.2017.

*В.С.Волостных, аспирант (Академия управления
при Президенте Республики Беларусь, Республика Беларусь)*

Глобальный план обеспечения безопасности полетов: основополагающая стратегия ИКАО в повышении безопасности полетов

В статье рассматривается Глобальный план обеспечения безопасности полетов, который разрабатывается ИКАО в рамках стратегической цели «Безопасность полетов». В рамках данной стратегической цели основное внимание уделяется прежде всего потенциалу государств в сфере нормативного контроля за обеспечением безопасности полетов.

Обеспечение безопасной деятельности гражданской авиации на протяжении многих десятилетий является одной из приоритетных задач, решаемых государствами и Международной организацией гражданской авиации (далее – ИКАО).

Являясь глобальным форумом сотрудничества между своими государствами-членами и со всемирным авиационным сообществом, ИКАО устанавливает стандарты и рекомендуемую практику в целях безопасного и упорядоченного развития международной гражданской авиации. В своей непрерывной деятельности по содействию глобальной системе гражданской авиации, которая последовательно и единообразно функционирует с максимальной эффективностью и обеспечивает оптимальную безопасность полетов, авиационную безопасность и устойчивость, ИКАО установила следующие стратегических цели:

1.Безопасность полетов: повышать уровень безопасности полетов в гражданской авиации во всем мире. Данная стратегическая цель в основном имеет отношение к потенциалу государств в области нормативного надзора.

2.Аэронавигационный потенциал и эффективность: повышать потенциал и эффективность глобальной авиационной системы гражданской авиации. Хотя в функциональном и организационном отношении эта стратегическая цель взаимосвязана с целью «Безопасность полетов», она в основном касается модернизации аэронавигационной и аэродромной инфраструктуры и разработки новых правил в целях оптимизации характеристик авиационной системы.

3.Авиационная безопасность и упрощение формальностей: повышать уровень авиационной безопасности гражданской авиации во всем мире. Данная стратегическая цель отражает необходимость в том, чтобы ИКАО играла ведущую роль в вопросах авиационной безопасности, упрощения формальностей и смежных вопросах пограничного контроля.

4.Экономическое развитие воздушного транспорта: содействовать развитию надежной и экономически жизнеспособной системы гражданской авиации. Данная стратегическая цель отражает необходимость в том, чтобы ИКАО играла ведущую роль в гармонизации нормативно-правовой базы

воздушного транспорта с упором на экономическую политику и вспомогательную деятельность.

5. Охрана окружающей среды: сводить к минимуму неблагоприятное воздействие деятельности гражданской авиации на окружающую среду. Данная стратегическая цель подчеркивает важную роль ИКАО во всей деятельности, связанной с воздействием авиации на окружающую среду, и согласуется с политикой и практикой ИКАО и ООН в области охраны окружающей среды [1].

В статье более детально анализируется стратегическая цель «Безопасность полетов» и пути ее реализации государствами-членами ИКАО.

В связи с тем, что стратегия в области безопасности полетов и все ключевые виды деятельности, связанные с реализацией этой стратегии изложены в Глобальном плане обеспечения безопасности полетов ИКАО (далее – ГПБП), автор рассматривает ГПБП как исходные данные по теме данной статьи [2].

Статья 44 Конвенции о международной гражданской авиации (далее – Конвенция) определяет цели и задачи ИКАО, а именно: «разработка принципов и методов международной аэронавигации и содействие планированию и развитию международного воздушного транспорта с тем, чтобы:

- а) обеспечивать безопасное и упорядоченное развитие международной гражданской авиации во всем мире;

- д) удовлетворять потребности народов мира в безопасном, регулярном, эффективном и экономичном воздушном транспорте;

- h) способствовать безопасности полетов в международной аэронавигации;

- и) оказывать общее содействие развитию международной гражданской аэронавтики во всех ее аспектах.»[3].

Анализируя статью 44 Конвенции, следует констатировать тот факт, что обеспечение безопасности полетов, постоянное повышение уровня безопасности полетов, является первоочередной задачей ИКАО. Таким образом актуальность статьи очевидна.

Большой вклад в развитие теории безопасности полетов внесли российские ученые Е.Ю.Барзилович, В.В. Воробьев, В.Г. Воробьев, А.П.Воронович, Б.В. Зубков, Ю.А.Кибардин, Е.А.Куклев, Е.А. Румянцев, Р.В.Сакач, Н.Н. Смирнов, Ю.М.Чинючин, А.А.Шанявский, Г.П.Шибанов и другие. Информации о научных разработках, касающихся рассмотрения ГПБП в юридическом аспекте, не выявлено.

Признавая важность глобальной концепции в поддержку стратегических целей ИКАО, в части обеспечения безопасности полетов и устойчивого развития системы воздушного транспорта, ИКАО разработала и приступила к реализации в 1997 году своего стратегического Глобального плана обеспечения безопасности полетов ИКАО. 37-я сессия Ассамблеи подтвердила намерение ИКАО и впредь применять ГПБП в качестве стратегического инструмента для повышения уровня безопасности полетов и

авиационной безопасности, акцентируя действия в тех областях, в которых они более всего необходимы.

Изменения, которые претерпел ГПБП, произошли в основном за счет укрепления его роли в качестве высокоуровневого документа по вопросам политики, планирования и внедрения, регулирующего дополнительный и отраслевой прогресс воздушного транспорта совместно с Глобальным аэронавигационным планом (далее – ГАНП) ИКАО[4].

В июле 2013 года Совет ИКАО утвердил первое издание исправленного Глобального плана обеспечения безопасности полетов и предоставил документы для одобрения на 38-й сессии Ассамблеи [5]. ГПБП, как правило, устанавливает определенные цели безопасности и инициативы, при этом гарантируя эффективную координацию деятельности в области безопасности полетов между всеми заинтересованными сторонами.

В этом, последнем варианте ГПБП, были разработаны цели и соответствующие инициативы, чтобы отразить прогресс в реализации практики управления безопасностью полетов для государств, входящих в ИКАО, и представителей отрасли. Кроме того, они совпадают со стратегическими процессами планирования ИКАО.

Ключевым приоритетом ГПБП является постоянное сокращение авиационных происшествий в мире с помощью структурированного и передового подхода, охватывающего кратко-, средне- и долгосрочные цели.

Также цели ГПБП поддерживаются посредством определенных инициатив по обеспечению безопасности, которые классифицированы согласно инструментам реализации обеспечения безопасности полетов. В рамках данного плана учитывается, что страны и регионы сталкиваются с различными проблемами, связанными с безопасностью полетов, и приводятся средства для установления приоритетов в рамках глобальной концепции.

Цели ГПБП высокого уровня включают в себя постоянное повышение безопасности полетов и качества авиационных перевозок. Это достигается посредством содействия применению основанных на сотрудничестве подходов, включая обмен информацией о безопасности полетов, а также приоритизацию инвестиций в людские ресурсы, технологии и проекты оказания помощи, необходимые для достижения устойчивых результатов.

ГПБП будет по-прежнему содействовать улучшению положения дел в тех регионах, где наблюдается значительный рост воздушного движения и в которых присутствуют наиболее серьезные проблемы в области безопасности полетов.

ГПБП определяет стратегию постоянного совершенствования, включающую цели государств, которые должны быть достигнуты путем внедрения эффективных систем контроля за обеспечением безопасности полетов, реализации государственных программ по безопасности полетов (далее – ГосПБП) и разработки усовершенствованных систем контроля за обеспечением безопасности полетов, включая упреждающее управление рисками. ГПБП также определяет сроки коллективного достижения этих ближнесрочных, среднесрочных и долгосрочных целей во всем мире. Эти

сроки связаны с установленным процессом обновления ГПБП и ГАНП, которые пересматриваются каждые три года.

По своей сути, ГПБП – это директивный документ высокого уровня по вопросам стратегии, планирования и внедрения, разработанный одновременно с ГАНП. Оба документа способствуют координации международных, региональных и национальных инициатив, направленных на создание согласованной, безопасной и эффективной системы международной гражданской авиации.

Общая цель ГПБП – направлять согласованную разработку региональных и государственных планов обеспечения безопасности полетов, поддерживаемую региональными мероприятиями, координируемыми региональными группами по обеспечению безопасности полетов.

ГПБП направлен на оказание помощи государствам и регионам при осуществлении ими политики, планирования и внедрения в области безопасности полетов путем:

а) установления приоритетов в области безопасности полетов и целей согласно ГПБП;

б) предоставления рамок планирования, сроков и инструктивного материала;

в) представления стратегий внедрения и глобальной дорожной карты обеспечения безопасности полетов, включающих процедуры и методы достижения целей ГПБП, и установления конкретных приоритетов как на государственном, так и на региональном уровне, а также роли отраслевых партнеров.

Цели ГПБП изложены в главе 2. Структура, позволяющая государствам повышать безопасность полетов путем использования четырех инструментов эффективного обеспечения безопасности полетов (стандартизация, ресурсы, взаимодействие и обмен информацией о безопасности полетов), описывается в главе 4. Глобальная дорожная карта обеспечения безопасности полетов содержится в добавлении А, а в добавлении В даются пояснения относительно источников информации для государств в области внедрения.

На основе ГПБП ИКАО продолжает уделять первостепенное внимание глобальной деятельности в трех сферах обеспечения безопасности полетов: **повышение безопасности операций на ВПП; сокращение числа авиационных происшествий по причине столкновения исправного воздушного судна с землей и сокращение числа авиационных происшествий, связанных с потерей управления в полете.** Инициативы в этих сферах, которые описываются в главе 3, способствуют сокращению частоты авиационных происшествий в мире.

В соответствии со Стандартами и Рекомендуемой практикой (SARPS) ИКАО государства должны повышать свой потенциал в сфере контроля за обеспечением безопасности полетов и внедрять ГосПБП. ГПБП предоставляет стратегию реализации инициатив в области безопасности полетов, представленных в глобальной дорожной карте обеспечения безопасности полетов, и оказания помощи государствам в выполнении своих обязанностей по обеспечению безопасности полетов.

Цели ГПБП, инструменты эффективного обеспечения безопасности полетов и глобальная дорожная карта обеспечения безопасности полетов являются основополагающими элементами ГПБП. Они могут эволюционировать с учетом возникающих вопросов безопасности полетов, которые будут отражаться в последующих изданиях ГПБП. В соответствии с глобальными приоритетами в области обеспечения безопасности полетов ИКАО будет разрабатывать необходимые положения и оказывать поддержку процессу внедрения.

Каждые три года ИКАО пересматривает ГПБП в рамках установленного процесса, включающего проведение консультаций с государствами и отраслью. Ход и эффективность деятельности государств и регионов по реализации целей и приоритетов, изложенных в их государственных планах по безопасности полетов, оцениваются на постоянной основе. Мониторинг и предоставление докладов о ходе работы позволяет государствам и регионам вносить изменения в свою деятельность исходя из достигнутых результатов и решать возникающие вопросы безопасности полетов. В целях поддержки государств и регионов в этой деятельности ИКАО ежегодно публикует доклады о состоянии безопасности полетов, дающие представление о достигнутом прогрессе.

На основании вышеизложенного представляется возможным сделать следующие выводы.

1. Рассмотренная стратегическая цель в основном имеет отношение к потенциалу государств в области нормативного надзора. Основные виды деятельности на текущий трехлетний период указаны в ГПБП.

2. С учетом прогнозируемого значительного роста объема воздушного движения в будущем, повышение уровня безопасности полетов и авиационной безопасности на международном, региональном и национальном уровнях имеет важнейшее значение для безопасного и эффективного осуществления деятельности гражданской авиации.

3. С помощью инициатив, включенных в ГПБП, можно добиться необходимых улучшений в рамках контроля безопасности каждого государства, входящего в ИКАО, культуры управления безопасностью полетов, а также прогресса в реализации структуры безопасности, необходимой для поддержки аэронавигационных систем в будущем.

4. ГПБП необходимо дополнить целью предусматривающей мероприятия по принятию мер безопасности для полетов воздушных судов над зонами конфликтов.

5. Государства обязаны выполнять все цели, изложенные в ГПБП, что повысит уровень безопасности полетов гражданской авиации.

Список литературы

1. Стратегические цели ИКАО. [Электронный ресурс] :Электронный бюллетень ИКАО EB 2010/54// ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/RU/Strategic-Objectives.aspx>– Дата доступа: 27.03.2017.

2. Глобальный план обеспечения безопасности полетов 2017-2019. [Электронный ресурс] :2016 г., Издание второе // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.icao.int/safety/Pages/GASP.aspx> – Дата доступа: 27.03.2017.
3. Конвенция о международной гражданской авиации, [Электронный ресурс] : 30 марта 2000 г., Издание восьмое // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/chicago. – Дата доступа: 27.03.2017.
4. Глобальный аэронавигационный план 2013-2028. [Электронный ресурс] :2013 г., Издание четвертое // ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.icao.int/safety/Pages/GASP.aspx> – Дата доступа: 27.03.2017.
5. Повестка дня тридцать восьмой сессии ассамблеи ИКАО. [Электронный ресурс] : Электронный бюллетень ИКАО A38-WP/1// ИКАО : офиц. сайт. – Режим доступа: http://www.icao.int/Meetings/a38/Documents/WP/wp001_ru.pdf – Дата доступа: 27.03.2017.

Взаимодействие с авиационными властями для организации и проведения учебных мероприятий по АБ

Сотрудничество, построенное на надлежащем обмене информацией, прозрачности, взаимном уважении и соблюдении обязательств всеми участвующими сторонами, имеет важное значение в налаживании партнерских отношений.

С учетом трансграничного характера авиации и факторов угрозы для авиационной безопасности государствам следует придерживаться ряда принципов, с тем, чтобы способствовать развитию международного сотрудничества в области авиационной безопасности эффективным, надежным и стабильным образом, проявляя также при этом уважение к суверенитету государств и приверженность Стандартам и Рекомендуемой практике ИКАО как международной базовой системе. Ниже приводятся три таких принципа:

- а) соблюдение духа сотрудничества, определенного в двусторонних и/или многосторонних соглашениях о воздушном сообщении;
- б) признание эквивалентных мер безопасности;
- в) концентрация внимания на конечных результатах применения мер безопасности.

Обмен информацией в отношении национальных программ

Государствам следует наладить сотрудничество в деле разработки своих национальных программ безопасности, включая программы подготовки кадров и контроля качества, в целях гармонизации и повышения эффективности международной системы авиационной безопасности. Согласование практики и процедур между государствами:

- а) повысит уровень авиационной безопасности в глобальном масштабе;
- б) будет способствовать принятию мер безопасности эксплуатантами;
- в) рационализирует оформление пассажиров от пункта вылета до пункта назначения;
- г) укрепит доверие пассажиров к системе обеспечения безопасности.

В целях обеспечения согласованности процедур на общемировом уровне государствам следует предоставлять другим государствам по запросу соответствующие выдержки из своих НПБГА.

Обмен информацией по итогам проверок

Предоставление информации по итогам проверки способствует ознакомлению с передовой практикой в области авиационной безопасности, повышению взаимного доверия государств к уровню авиационной безопасности и поощряет в целом соблюдение SARPS Приложения 17.

Сеть координационных центров по авиационной безопасности

Передачу срочных сообщений можно упростить путем использования сети координационных центров (КЦ) по авиационной безопасности, созданной

ИКАО для информирования о непосредственных угрозах деятельности гражданского воздушного транспорта ИКАО. Цель сети координационных центров ИКАО заключается в предоставлении подробных сведений о сети контактов по безопасности международной авиации в каждом государстве, назначаемых в качестве компетентных полномочных органов для отправления и получения в любое время дня и ночи сообщений относительно непосредственной угрозы, срочных запросов по вопросам безопасности и/или рекомендаций по выполнению требований безопасности в целях противодействия непосредственной угрозе.

Национальная программа подготовки в области безопасности гражданской авиации (НППБГА)

Цель НППБГА заключается в установлении рамок для отбора и подготовки персонала, занимающегося обеспечением авиационной безопасности, путем определения различных функциональных областей для проведения этой чрезвычайно важной деятельности. В НППБГА также оговариваются связанные с подготовкой кадров обязанности всех организаций, занимающихся осуществлением или контролированием мероприятий по обеспечению безопасности, описанных в НППБГА государства.

Необходимо определить различные типы программ подготовки в области безопасности и все категории персонала, который должен проходить соответствующую подготовку в области безопасности с учетом выполняемых обязанностей, а также цели и минимальную продолжительность, периодичность и содержание подготовки в области безопасности. Наконец, НППБГА должна определять средства, с помощью которых будет обеспечиваться эффективность этой программы, а также процедуры сертификации национальных аудиторов, инспекторов, инструкторов по безопасности и операторов досмотра.

Соответствующий полномочный орган, отвечающий за разработку, осуществление и обновление НППБГА, должен:

- a) обеспечивать надлежащую разработку программы;
- b) обеспечивать надлежащий контроль и утверждение программы, если ее разработка передана на внешний подряд;
- c) обеспечивать соответствие программы национальному законодательству и положениям НППБГА;
- d) обеспечивать регулярный периодический пересмотр программы и, при необходимости, своевременное внесение изменений;
- e) обеспечивать доведение до сведения всех участвующих организаций положений об отборе и подготовке персонала;
- f) представлять рекомендации, консультации и, при необходимости, оказывать прямую помощь организациям по вопросам разработки собственных внутренних программ подготовки;
- g) следить за соблюдением стандартов отбора и подготовки персонала путем оценки качества учебно-методической работы и технического содержания программы, а также анализа данных учета подготовки персонала.



Рис. 8-1. Системный подход к оценке подготовки

При определении проблем, связанных с подготовкой персонала, следует рассмотреть следующие аспекты:

- а) потребности подготовки, например, средства обучения и оборудование, помещения и службы, а также рентабельность;
- б) потребуются ли иные типы подготовки для персонала, использующего иные системы или выполняющего иные задачи;
- с) пробелы в навыках, связанные с методами работы в предлагаемой системе;
- д) существует ли риск снижения уровня навыков из-за автоматизации, и как этот вопрос будет решаться;
- е) действия, которые необходимо предпринять, чтобы обеспечить эффективное использование знаний, полученных от прежней подготовки;
- ф) потребуются ли дополнительное планирование и специальные знания для реализации новых программ подготовки и учебных мероприятий;
- г) соответствует ли подготовка каким-либо внешним стандартам;
- h) влияние на графики подготовки для нового и существующего персонала;
- и) какие потребуются виды подготовки с участием инструкторов.

Список литературы

- 1) Приложение 17 (ИКАО), 9-е издание 2011 года;
- 2) Документ ИКАО 8973 «Руководство ИКАО по авиационной безопасности»;
- 3) Документ 30 ЕКГА «Принципиальная политика ЕКГА в сфере обеспечения авиационной безопасности».

Государственное регулирование применения беспилотных летательных аппаратов в системе обеспечения безопасности авиации

Международное сообщество столкнулось с ситуацией, когда активное использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в частных и коммерческих целях требует от международных и национальных авиационных органов внесения соответствующих изменений в нормативные акты, предназначенные для пилотируемой авиации, или создания отдельного правового режима, регулирующего порядок применения БПЛА в частных и коммерческих целях.

Либеральное правовое регулирование использования БПЛА в личных и коммерческих целях создает угрозу безопасности полетов и дает обширные возможности для нарушения права на невмешательство в частную жизнь.

Особо можно подчеркнуть, что возможность использования БПЛА в военных и «специальных» целях, в том числе для нарушения воздушной границы и территориального суверенитета другого государства, создает дополнительные угрозы международной безопасности и стабильности и требует оперативной разработки правовых норм, регулирующих применение БПЛА и устанавливающих ответственность за их противоправное использование.

Разработка специального законодательства в области беспилотной авиации является сложной, но выполнимой задачей, о чем свидетельствует проведенный сравнительно-правовой анализ национальной практики Австралии, Канады, Франции и Южной Африки.

Международные стандарты, регулирующие некоторые аспекты беспилотных операций, в настоящее время рассматриваются Международной организацией гражданской авиации (ИКАО). В 2011 году ИКАО выпустила Циркуляр под названием «Беспилотные авиационные системы (UAS)» (CIR328).

Циркуляр призывает государства предоставить комментарии, с тем чтобы приступить к разработке международной нормативной базы и инструктивного материала, для безопасного и гармонизированного использования БПЛА во всем мире.

В настоящее время усилия по гармонизации правил беспилотных операций предпринимаются Европейской комиссией, которая внесла предложение о включении всех беспилотных летательных аппаратов, независимо от их размера, в рамки безопасности полетов ЕС. Хотя некоторые отдельные страны приняли законодательство или внедрили временные положения о функционировании беспилотных летательных аппаратов, в настоящее время рассматриваются различные нормативные и законодательные предложения.

Использование крупных гражданских беспилотных самолетов массой более 150 кг в **государствах-членах Европейского союза (ЕС)** регулируется Законом ЕС и контролируется Европейским агентством безопасности авиации. В настоящее время использование более мелких дронов не регулируется на уровне ЕС и, таким образом, регулируются отдельными государствами-членами ЕС.

Во **Франции** эксплуатация БПЛА, которые весят не более 25 кг в экспериментальных или испытательных целях, обычно не требует специального разрешения. Эксплуатация БПЛА, которые имеют массу менее 150 кг для других «конкретных видов деятельности», в основном для коммерческого использования, подчиняется правилам.

Согласно законодательству **Германии**, эксплуатация БПЛА весом более 25 кг не разрешается. Для эксплуатации БПЛА весом более 5 кг владелец должен получить специальное разрешение на полет от авиационного полномочного органа. Для БПЛА, которые не превышают 5 кг и не имеют двигателя внутреннего сгорания, общее разрешение на полет может быть предоставлено сроком на два года.

В настоящее время **Польша** исключает БПЛА весом менее 25 кг из регистрационных требований. Если вес превышает 25 кг, требуется разрешение на полеты, и могут применяться эксплуатационные ограничения.

Шведские правила устанавливают несколько категорий, основанных на весе и использовании БПЛА. БПЛА, используемые в коммерческих и исследовательских целях, требуют лицензий Шведского транспортного агентства.

Недавно принятые правила в **Австралии** освобождают коммерческие полеты БПЛА весом менее 2 кг от необходимости получения лицензии дистанционного пилота или сертификата эксплуатанта. Эксплуатируемый БПЛА весом 2-25 кг аналогичным образом будет освобождаться при полете над собственной землей для определенных целей и в соответствии со стандартными условиями эксплуатации. Эксплуатируемый БПЛА весом от 25 до 150 кг в аналогичных условиях потребует лицензии дистанционного пилота. Операторам больших БПЛА, а также меньших БПЛА для других нерегулярных целей по-прежнему будет необходимо получать лицензию дистанционного пилота и сертификат эксплуатанта. Большие БПЛА также должны получать сертификаты летной годности.

В **Канаде** необходимость наличия у оператора БПЛА специального сертификата о полетах зависит от того, используется ли БПЛА в рекреационных или не рекреационных целях, его веса и применимы ли особые исключения. БПЛА, которые весят 35 кг или меньше и используются в рекреационных целях, не требуют такого сертификата. Для эксплуатации БПЛА, которые весят более 35 кг (независимо от цели), требуется сертификат. БПЛА, которые весят менее 2 кг или между 2 кг и 25 кг, могут быть освобождены от регистрации, если оператор соблюдает условия безопасности.

Согласно **израильскому** законодательству, эксплуатация всех БПЛА, как правило, подлежит широкому регулированию независимо от их веса или вида использования в соответствии со специальными правилами,

применимыми к БПЛА, и общими правилами, которые применяются для всех воздушных судов.

Японское законодательство освобождает БПЛА, которые весят 200 грамм (7 унций) или меньше от лицензирования и условий, перечисленных в Законе о гражданской авиации.

Новая Зеландия классифицирует БПЛА в зависимости от их веса. БПЛА весом от 15 до 25 кг, не может эксплуатироваться, если только он не построен под руководством или проверен и одобрен утвержденным лицом или организацией. Эксплуатация БПЛА, которые весят более 25 кг, требует наличия сертификата эксплуатанта воздушного судна от Управления гражданской авиации.

Южная Африка разрешает использовать так называемые БПЛА Класса 1 и Класса 2, которые в дальнейшем разделены на подклассы, для частных, коммерческих, корпоративных и некоммерческих операций. Уровень технических и эксплуатационных требований, применяемых к БПЛА в Южной Африке, различаются в зависимости от типов полетов. Например, частные операция может проводиться только с использованием Класса-1А БПЛА (весом менее 1,5 кг) или БПЛА Класса 1В (весом менее 7 кг). Частные полеты освобождаются от различных требований, применимых к другим операциям, включая необходимость получения письма-одобрения, свидетельства о регистрации и сертификата оператора БПЛА. Дополнительные ограничения применяются к полетам в контролируемом воздушном пространстве и за его пределами прямой видимости (VLOS).

В **Украине** все ВС, включая БПЛА, которые принадлежат юридическому лицу, зарегистрированному в Украине или физическому лицу, проживающему в Украине, или арендованные украинским оператором у владельца-нерезидента, должны быть зарегистрированы, за исключением БПЛА, имеющих максимальный взлетный вес не более 20 кг, которые используются для развлечений и занятий спортом.

На сегодняшний день Государственная авиационная служба Украины намерена урегулировать использование БПЛА в стране. Ведомство разработало проект концепции по обеспечению безопасности полетов БПЛА общего назначения, спортивных и любительских беспилотных летательных аппаратов, которых в народе именуют дронами. Впрочем, правила, которые описаны в проекте, не распространяются на модели спортивного и развлекательного назначения общей массой менее 20 кг.

Прежде всего дроны предлагают сертифицировать. Сертификат будет охватывать все компоненты, необходимые для выполнения контролируемого полета. Для определения классификации БПЛА будут оценивать такие критерии:

- полетный вес;
- радиус действия и метод управления (в пределах видимости, вне ее пределов и по запрограммированной траектории);
- кинетическую энергию при столкновении беспилотника с препятствием.

Также в проекте предлагается определить операторов беспилотников (или так называемых «внешних пилотов») как новую категорию авиационных пилотов. Их обязанности хотят приравнять к обязанностям пилотов пилотируемых воздушных средств – для этого предлагается разработать свидетельство внешнего пилота, в котором будут указываться необходимые квалификационные отметки и ограничения.

Интеграция БПЛА в среду воздушного движения будет осуществляться в два этапа. До введения в действие специальной нормативной базы предлагается разрешить полеты дронов только в зарезервированном воздушном пространстве или на небольших высотах (150 м вне населенных пунктов и скоплений людей) при метеоусловиях, безопасных для визуальных полетов (высота нижней границы облаков не менее 450 м и горизонтальная видимость не менее 5 тыс. м). В пределах населенных пунктов дронов можно будет запускать только по отдельным разрешениям Госавиаслужбы и местных органов власти. Также предлагается ввести обязательное страхование беспилотных аппаратов при коммерческом использовании.

Поможет ли всеобщая регистрация удаленно-управляемых летательных аппаратов и обучение наземных операторов (пилотов) полностью избежать рисков столкновений? Сама по себе регистрация не решит проблему. Другой вопрос, если это будет совмещено с обучением владельцев, а главное – с неотвратимостью наказания в случае нарушения ими правил эксплуатации БПЛА. И может быть, в перспективе будет разработана система обнаружения для самолётов (как это решено со сдвигом ветра при помощи радаров), и даже увязать с системой TCAS для предотвращения вероятных столкновения с БПЛА.

Список литературы

1. Международная организация гражданской авиации. CIR 328. Беспилотные авиационные системы (БАС). – ИКАО, 2011.
2. CAA UAV Flights in UK Airspace Workshop - 13 October 2005 Civil Aviation Authority Directorate of Airspace Policy 8AP/15/19/02.
3. CAP 722 UK Civil Aviation Authority Directorate of Airspace Policy Unmanned Aerial.
4. EASA A-NPA Policy for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Certification Advance - Notice of Proposed Amendment (NPA) No 16/2005 A-NPA No 16/2005.
5. JAA/EUROCONTROL A Concept for European Regulations for Civil Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) UAV Task Force -Final Report 11 May 2004.
6. Proceedings of European Commission's UAS Conference. Brussels, Belgium. 2010. <http://www.eda.europa.eu> / Other activities / UAS traffic insertion / UAS Conference.

Пути решения проблемы регулирования дозовых нагрузок летных экипажей ВС ГА авиакомпаний Украины

Рассмотрены основные типы последствий влияния динамики космофизических полей и солнечной активности полей на безопасность полетов воздушных судов и риск облучения экипажа и пассажиров. Предложены пути решения проблемы регулирования дозовых нагрузок летных экипажей минимизации ВС ГА авиакомпаний Украины в соответствии с требованиями ИКАО.

При возмущенной космической погоде эксплуатация летальных аппаратов на высотах порядка 10-20 км, существенно повышает риск облучения экипажа и пассажиров, предельно допустимые дозы которого строго регламентированы рядом нормативных документов и законов Украины [1,2,3].

В большинстве развитых зарубежных стран дозы облучения экипажей воздушных судов гражданской авиации, обусловленные их профессиональной деятельностью, достаточно строго контролируются и постоянно анализируются на протяжении последних лет. Рабочая группа DOSEMAX при европейской комиссии, опубликовала результаты многолетних исследований по изучению воздействия космического излучения на экипажи воздушных судов. В отчет вошли результаты более 20 исследовательских коллективов из ведущих научных центров, проводивших разработку программного обеспечения для расчета доз, разработку и калибровку детекторов космических лучей, дозиметрические измерения на коммерческих авиарейсах, расчеты величин эквивалентной дозы и амбиентного эквивалента дозы [5]. Проведенные исследования [5] позволили установить, что при возмущенной космической погоде эксплуатация летательных аппаратов на высотах порядка 9-12 км, существенно повышает риск облучения экипажа и пассажиров (фоновые уровни 3-40 мЗв/час, экстремальные, во время солнечных вспышек - порядка 1 мЗв/час) [5].

Международная организация гражданской авиации разработала перечень мероприятий по обеспечению радиационной безопасности экипажей и пассажиров ВС ГА, важнейшими из которых является контроль уровня излучения на трассе полета и прогноз радиационной обстановки в зонах авиационных перевозок [4]. Однако в настоящее время наибольшую трудность при дозиметрических измерениях вторичных космических лучей на высотах международных авиaperелетов ВС ГА (10-12 км) представляет подбор универсального детектора, который позволил бы охватить все виды потоков частиц вторичного космического излучения, присутствующих в атмосфере на данной высоте. Поэтому согласно требованиям подписанного в конце 2012

года документа о принципах организации обеспечения авиатransпортом данными о космической погоде CONOPS (IAVWOPSG/7-WP/19 Concept of Operations (ConOps) for the Provision of Space Weather Information in Support of International Air Navigation, December 2012), с 2016 года каждая страна-член ИКАО должна создать национальные сервисы космической погоды для авиакомпаний, также должен осуществляться диагноз и прогноз эквивалентной дозы пассажиров и летного персонала, который при авиатранспорте может быть осуществлен с одновременным использованием данных мониторинга солнечной активности, состояния магнитного поля Земли и современных моделей космической погоды [4].

Основные явления космической погоды, приводящие к изменению радиационной обстановки на высотах полета воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА): 1) вариации потоков галактических космических лучей (ГКЛ); 2) изменения жесткостей обрезания для космических лучей; 3) вторжение в магнитосферу Земли солнечных космических лучей (СКЛ), сгенерированных во время солнечных бурь.

Летный состав и авиапассажиры подвергаются постоянному воздействию низких доз радиации за счет космического ионизирующего излучения даже при спокойной геофизической обстановке. Различные виды ионизирующего излучения галактических космических лучей и солнечных космических лучей оказывают биологическое воздействие на людей, которое можно условно разделить на первичные физико-химические процессы, возникающие в молекулах живых клеток и окружающего их субстрата, и на вторичные, т.е. нарушение функций всего организма, вследствие первичных процессов [5, 7]. За последние 10 лет в профессиональной группе летного персонала в ряде стран, включая США, Канаду, Германию, Францию и др. проведено значительное количество эпидемиологических исследований, как правило, направленных на выявление взаимосвязи между дозой радиации и риском развития ассоциированного рака [7].

В настоящее время, согласно рекомендаций Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), Европейский союз ввел Директиву об основных нормах безопасности, согласно которой необходимо вести подсчет дозовых нагрузок членов экипажей воздушных судов, принимая во внимание превышение годового норматива в 1 мЗв/год.

В Украине Национальная система регулирования радиационной защиты и обеспечения радиационной безопасности опирается на три основных документа: Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань», Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) и «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» (ДСП 6.177-2005-09-02). Анализ опубликованных данных о результатах контроля уровней облучения членов экипажей самолетов авиакомпаний Германии, экипажей воздушных судов гражданской авиации Нидерландов, Великобритании и ряда других стран Евросоюза, экипажей воздушных судов гражданской авиации США, Канады позволяет сделать вывод, что среднегодовая доза радиационного облучения членов экипажей воздушных судов указанных стран сравнима или даже превышает нормативные дозы, регламентируемые НРБУ-

97 даже для лиц, имеющих профессиональный контакт с источниками радиации (персонал группы А – любые профессии и производства). Следовательно, дополнительные дозовые нагрузки летного персонала от проникающего космического излучения галактического и солнечного происхождения в соответствии с законодательством Украины необходимо учитывать и контролировать для оценки коллективных эквивалентных доз и неблагоприятных последствий облучения. Подчеркнем, что исследования доз облучения пассажиров и экипажей воздушных судов гражданской авиации в авиакомпаниях Украины, никогда не проводились, сведения о реальных дозах их облучения отсутствуют. Таким образом, весьма актуальной для Украины является проблема обеспечения радиационной безопасности летного персонала и пассажиров ВС ГА в соответствии с требованиями ICAO [2], Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) [6], нормативными документами Украины в сфере радиационной безопасности [1,2].

Пути решения проблемы регулирования дозовых нагрузок заключаются в реализации систем прогноза, контроля и ограничений доз облучения экипажей, включая выбор маршрутов полета, оптимизацию направлений для отдельных членов экипажей воздушных судов гражданской авиации и т.д. Эти сведения также важны в аспекте понимания вклада этого источника облучения в суммарные дозы облучения населения Украины.

Список литературы

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), «Державні гігієнічні нормативи» ДГН 6.6.1.-6.5.001-98, МОЗ України, Комітет з питань гігієнічної регламентації, Національна комісія з радіаційного захисту населення України, Київ, 1997.
2. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань», Київ, 14.01.1998 р., № 15/98-ВР.
3. ДСП 6.177-2005-09-02 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України», Київ, 2005.
4. Concept of Operations (ConOps) for the Provision of Space Weather Information in Support of International Air Navigation, December 2012/ IAVWOPSG/7-WP/19
5. Evaluation of the Cosmic Radiation Exposure of Aircraft Crew. A background to aircrew dose evaluation with results reported within the EC contract FIGM-CT-2000-00068 (DOSMAX), work package 6.
6. Radiation protection 140. Cosmic radiation exposure of aircraft crew final report EURADOS WG 5 to the Group of Experts established under Article 31 of the Euratom treaty – 2004.– 271 P.
7. Sullivan D. Exposure to galactic cosmic radiation and solar energetic particles // Radiation protection dosimetry. – 2007. – V. 125. – No. 1-4. – P. 407 – 411.

Особенности контроля на безопасность грузов

В контексте обеспечения безопасности авиагруза и, в частности, учитывая имевшиеся в прошлом нападения на коммерческую авиацию, совершенные путем скрытного размещения СВУ в грузовой отправке, важно сохранять бдительность, с тем, чтобы исключить возможность использования груза и почты для совершения актов незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации.

Существует две основные угрозы для перевозок авиагруза и почты, а именно:

а) помещение самодельного взрывного устройства (СВУ) в груз, загружаемый на борт воздушного судна;

б) использование чисто грузового воздушного судна в качестве средства нападения на наземную цель путем незаконного захвата этого воздушного судна.

Груз и почта могут восприниматься в качестве потенциального средства нападения, поскольку:

а) среда, в которой функционирует отрасль перевозки авиагруза и почты, расширяется и постоянно усложняется;

б) отрасли становится труднее справиться с таким ростом и усложнением ввиду наличия множества сторон, обрабатывающих авиагруз и почту, на входе в цепь доставки и выходе из нее;

в) применяемые в государствах меры безопасности в отношении груза и почты различаются и зачастую базируются на результатах оценок риска, проведенных национальными полномочными органами, что приводит к наличию разных подходов к их реализации. Это создает возможность появления уязвимых мест в цепи доставки авиагруза и трудностей для эксплуатантов воздушных судов, которым приходится соблюдать разные стандарты; и

г) осведомленность об уязвимых местах в цепи доставки авиагруза повышается в результате распространения информации террористами и средствами массовой информации.

Груз – это любой предмет, который перевозят на борту воздушного судна на основании грузовой накладной (или любого другого эквивалентного документа), но не согласно пассажирскому билету.

Под «грузом» подразумеваются:

- Партии грузов, отправленные грузовым агентом;
- Несопровождаемый багаж, перевозимый в качестве груза;
- Курьерские отправления;
- Почтовые отправления;
- Дипломатическая почта.

Приложение 17, ИКАО. Стандарт 4.6.1. Каждое Договаривающееся государство обеспечивает применение мер контроля в целях безопасности к грузу и почте до их погрузки на борт воздушного судна, занятого в пассажирских коммерческих авиаперевозках.

Досмотр перевозимого по воздуху груза и почты может осуществляться с использованием методов обнаружения угрозы и методов активации угрозы на основе применения утвержденных технических средств или процедур физического досмотра.

Перевозимые по воздуху груз и почта включают широкий спектр предметов различных габаритов, веса и плотности. Процесс досмотра должен учитывать характер груза или почты и должен давать гарантию того, что внутри отправок не спрятаны СВУ.

Эффективность или неэффективность метода досмотра зависит от учета типа проверяемой грузовой отправки. Поэтому для досмотра груза и почты следует использовать соответствующий метод, учитывающий тип грузовой отправки. В некоторых случаях для проверки груза и почты всех видов одного метода досмотра может быть недостаточно. Следовательно, необходимо располагать несколькими методами досмотра.

В том случае, если какой-либо предмет невозможно успешно досмотреть из-за его характеристик (например, когда предмет слишком плотный для досмотра с помощью рентгеновских лучей, или он слишком перегружен деталями, что затрудняет определение его содержимого), следует использовать другие надлежащие методы досмотра, в противном случае он не должен перевозиться по воздуху.

Досмотр можно осуществлять либо до, либо после комплектации грузовых отправок. Как правило, если досмотр осуществляется заранее, существует больший выбор способов досмотра, поскольку упаковки пока еще не помещены в контейнеры или на поддоны. Процесс досмотра на "предметном" уровне до консолидации или комплектации позволяет с наибольшей вероятностью обнаружить СВУ, спрятанные в грузе или почте. Досмотр после консолидации груза может оказаться практически невыполнимым, поскольку производящим досмотр сотрудникам может потребоваться разукладывать грузовые партии и затем повторно консолидировать их после досмотра.

Наиболее часто используемыми и рекомендуемыми методами досмотра авиагруза и авиапочты являются методы обнаружения угрозы. Они предназначены для обнаружения одного или нескольких компонентов СВУ, таких как детонатор, источник питания или само взрывчатое вещество. Такие методы досмотра могут включать:

- а) ручной досмотр;
- б) обычное рентгеновское оборудование:
 - i) со статичным отображением предметов; и
 - ii) с многомерным отображением предметов;
- с) рентгеновское оборудование, основанное на алгоритмах:
 - i) со статическим отображением предметов;
 - ii) с многомерным отображением предметов;

- iii) компьютерная томография; и
- iv) с функцией дифракции;
- d) нейтронное сканирование;
- e) обнаружение металла;
- f) обнаружение следов взрывчатых веществ:
- i) частиц; и
- ii) паров; и
- g) использование служебных собак.

В отношении груза, считающегося связанным с повышенным риском, следует применять два или более метода досмотра, включая в идеальном случае обнаружение следов взрывчатых веществ, рентгеновские сканеры, использующие разные алгоритмы досмотра груза, или использование служебных собак.

Надлежащим вариантом досмотра груза до его консолидации может быть использование методов обнаружения угрозы. Однако эффективное использование досмотрового оборудования для досмотра некоторых грузовых отправок может быть затруднено в связи с их содержимым и размерами. Трудности могут также возникать в случае крупногабаритных грузовых мест.

Такие методы активации угрозы, как декомпрессионные камеры, системы полной имитации полета и выдерживание груза в безопасном месте (например, в течение 24–48 часов), предназначены для приведения СВУ в действие до того, как груз будет погружен на борт воздушного судна. Такие методы не являются методами досмотра груза и почты, и их не следует использовать в качестве альтернативы досмотру.

Хотя методы активации угрозы не зависят от человеческого фактора и в большинстве случаев от проблем, связанных с габаритами грузовой отправки, этот процесс может занимать много времени и не вызвать срабатывания СВУ всех типов. Данные методы позволяют выявить только СВУ, срабатывающие под воздействием давления, вибрации и т. д.

Главное – постоянно применять подходящий и эффективный метод досмотра каждой грузовой отправки и обеспечивать надлежащую подготовку всех сотрудников, производящих досмотр, и контроль за их работой. Досмотровое оборудование необходимо обслуживать, испытывать и эксплуатировать в соответствии с инструкциями изготовителя.

Для того чтобы можно было предпринимать надлежащие последующие действия, должны быть предусмотрены процедуры разбора случаев срабатывания сигнализации.

Досмотр груза и почты следует производить с использованием надлежащего метода или методов, учитывая характер грузовой отправки. Для досмотра определенных типов товаров могут требоваться альтернативные средства.

Список литературы

- 1) Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации. Безопасность. *Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.*
- 2) ICAO Doc 8973/9. Руководство по авиационной безопасности. International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.
- 3) ECAC Doc 30. Политика ЕКГА в сфере авиационной безопасности.
<https://www.ecac-ceac.org>

Богдана Чугай (Европейский региональный
учебный центр ИКАО по авиационной безопасности,
Институт ИКАО, Национальный авиационный университет,
Украина)

Реализация требований Приложения 9 в области стандартизации проездных документов

В статье рассматривается термин "упрощение формальностей" в контексте гражданской авиации охватывает широкий диапазон вопросов и видов деятельности, а также разработку Стандартов, связанных с выпуском воздушных судов, людей и товаров посредством выполнения формальностей в международных пограничных пунктах. Основные аспекты стандартизации проездных документов и принципы защиты машиночитываемых документов.

Упрощение формальностей представляет собой непрерывное совершенствование методов контроля и процедур обслуживания. Для этого требуется высокая степень сотрудничества между различными секторами сообщества (эксплуатанты авиакомпаний, поставщики обслуживания, полномочные органы аэропортов и контрольные агентства), каждый из которых обязан вносить свой вклад в такие усовершенствования. Государства устанавливают правила, нацеленные на проведение в жизнь национальных законов, касающихся движения лиц и товаров через границу, в соответствии с которыми принимаются конкретные процедуры и практика контроля для обеспечения полномочных органов пограничного контроля необходимыми средствами и возможностями.

В отношении транспорта в целом и особенно воздушного транспорта действует целый ряд ограничений, которые могут оказать отрицательное влияние не только на воздушную навигацию, но и на прибывающие/убывающие потоки воздушного движения, а также на результаты и развитие других зависимых видов экономической деятельности, таких, как международная торговля, туризм и сфера услуг.

Договаривающиеся государства принимают меры к тому, чтобы:

- 1) время, необходимое для осуществления пограничного контроля в отношении лиц и воздушных судов и для выпуска/таможенной очистки товаров, было минимальным;
- 2) сводились к минимуму неудобства, вызванные применением административных требований и требований, связанных с осуществлением контроля;
- 3) обмен соответствующей информацией между Договаривающимися государствами, эксплуатантами и аэропортами расширился и поощрялся в максимально возможной степени; и

4) обеспечивались оптимальные уровни безопасности и соблюдение закона.

Договаривающиеся государства используют метод управления риском при применении процедур пограничного контроля, касающихся выпуска/таможенной очистки товаров, разрабатывают эффективные информационные технологии для повышения действенности и эффективности своих процедур в аэропортах, разрабатывают процедуры представления данных до прибытия воздушного судна в целях обеспечения быстрого выпуска/быстрой таможенной очистки. Положения Приложения 9 не препятствуют применению национального законодательства в отношении мер авиационной безопасности или других необходимых мер контроля.

Для решения задачи по ускорению оформления лиц и их багажа государствам следует принять правила пограничного контроля, соответствующие условиям воздушных перевозок, применять их таким образом, чтобы не допускать необоснованных задержек, руководствуясь нижеизложенными принципами, и внедрять их, с использованием методов и технологий, описанных в пп. 3.1.2 и 3.1.3. (Стандарт 3.1).

Поэтому правила, политика и иные меры пограничного контроля должны принимать во внимание такие факторы, как:

1) пассажиры прибывают группами (загрузка самолета), но оформляются как отдельные лица. У прибывающих пассажиров имеются свои собственные заявки на допуск и декларации для таможенных и карантинных целей. Вылетающие пассажиры также проходят через пункты контроля для посадки на рейс как отдельные лица. Это отличается от путешественников, пересекающих границы на поездах или автомобилях, которые вынуждены ожидать, пока все лица, находящиеся в транспортном средстве, не пройдут оформление, прежде чем продолжить путь;

2) документы, используемые только при воздушных перевозках, предоставляются эксплуатантом (например, пассажирская ведомость, генеральная декларация);

3) меры по обеспечению наличия персонала, осуществляющего контроль, принимаются заранее, и приурочиваются к прибытию и вылету воздушных судов, с тем чтобы пассажиров можно было незамедлительно предъявить для прохождения контроля;

4) авиабилеты могут быть подкреплены заявлениями пассажиров о своих планах на поездку, когда данный фактор влияет на право въезда без визы;

5) у эксплуатанта в его системе имеется определенный объем идентификационных данных на каждого пассажира, и он может использовать их для упрощения формальностей. Эксплуатант

также контролирует посадку пассажиров на свои рейсы и поэтому может быть связан обязательством проверять проездные документы и выполнять организационные функции.

При разработке процедур, направленных на эффективное применение мер пограничного контроля к пассажирам и экипажам, государства должны в соответствующих случаях учитывать принимаемые меры авиационной

Такие меры должны быть неотъемлемой частью процедур оформления пассажиров по прибытии и при вылете; если указанные меры не будут учтены на начальных стадиях планирования процедур, то это может привести к полному провалу процесса. Зашифрованная в паспорте информация должна открываться владельцу. В тех случаях, когда государство принимает решение использовать штрих-коды или чипы с интегральными схемами для отображения данных о личности в паспортах, их следует открывать владельцу по его просьбе (Стандарт 3.3).

Человеческий глаз не может прочесть машиночитываемые данные, закодированные в штрих-кодах или чипах с интегральными схемами, однако владелец паспорта имеет право знать тип закодированных персональных данных; это положение дает владельцу возможность проверить точность этих данных. Технические требования и технологии, используемые для выдачи машиночитываемых паспортов, не допускают изменения данных, указанных в машиночитываемой зоне, включая дату истечения срока действия. Это связано с тем, что в процессе изготовления паспортов машиночитываемая зона вставляется как неотъемлемая часть страницы с паспортными данными, защищая эту часть от изменений и делая невозможным продление срока действия машиночитываемого паспорта.

Однако это не препятствует признанию государствами вместо паспортов и/или виз других официальных документов, таких, как удостоверение личности в рамках территории, охватываемой специальным региональным соглашением (т.е. Шенгенский договор); либо признанию в особых обстоятельствах других документов, удостоверяющих личность (т.е. беженцы) или указывающих на специальную категорию лиц (т.е. моряки) (Стандарт 3.6, примечание).

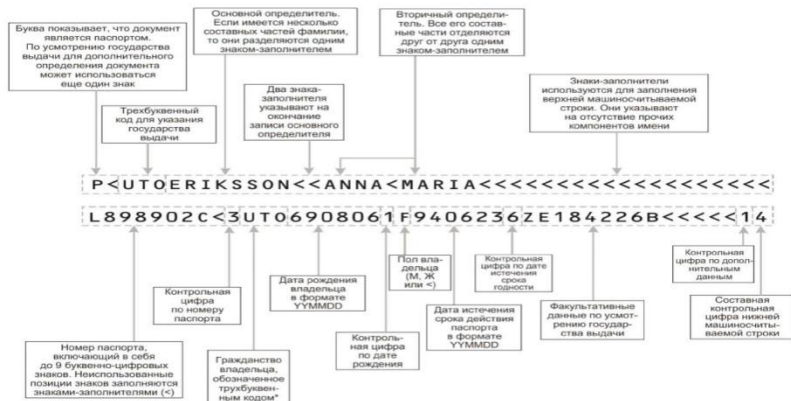


Рис. 1. Структура машиносчитываемой зоны страницы данных паспорта

Повышение уровня надежности защиты проездных документов и процедуры контроля стали важной задачей программы FAL ИКАО. Стратегии, которые могут приниматься Договаривающимися государствами в этом отношении, включают стимулирование применения новых защитных технологий и систем для проверки подлинности таких документов и подтверждения личности владельцев, поддержку инициатив по совершенствованию процедур контроля для обеспечения большей безопасности и эффективности и поддержку мер, принимаемых государственными полномочными органами для борьбы с незаконной миграцией в отношении как движения из пункта отправления, так и транзитного движения.

Поэтому в Приложении 9 содержатся общие принципы, касающиеся защиты и обеспечения целостности проездных документов, а также процессов выдачи документов. Стандарт 3.7 требует от государств регулярной модернизации средств защиты в новых вариантах своих проездных документов, а Стандарт 3.8 предписывает устанавливать контроль в отношении создания и выдачи проездных документов (Стандарты 3.7 и 3.8).

В томе 1 части 1 документа Дос 9303 содержится подробная информация по стандартам защиты машиносчитываемых документов и предотвращению фальсификаций, связанных с процессом выдачи.

Директория открытых ключей ИКАО (ДОК). Важным элементом введения электронных паспортов и других подобных проездных документов является внедрение глобальной системы для валидации паспортов, осуществляемой путем обмена сертификатами инфраструктуры открытых ключей (PKI). Такая валидация позволит полномочным органам пограничного контроля получить подтверждение того, что документ, которым владеет пассажир: а) был выдан подлинным полномочным органом; б) впоследствии не изменялся; и с) не является копией (копированным документом). Кроме того, если документ был заявлен как утерянный или был аннулирован, валидационная проверка может подтвердить, остается ли данный документ в руках того лица, которому он был выдан.

Поэтому валидация электронного паспорта является важным элементом получения выгоды от инвестиций, сделанных государствами в разработку электронных паспортов. Поскольку выгоды от валидации электронных паспортов являются коллективными, нарастающими и универсальными, целесообразно обеспечить максимально широкое внедрение плана валидации электронных паспортов.

Соответственно, в Рекомендуемой практике 3.9.1 всем государствам, которые: а) выдают или намереваются выдавать электронные паспорта и/или б) осуществляют автоматизированные проверки электронных паспортов на пунктах пограничного контроля, настоятельно рекомендуется присоединиться к Директории открытых ключей ИКАО (ДОК), которая была создана для обеспечения государствам, выдающим электронные паспорта, глобальной системы валидации таких документов. (Рекомендуемая практика 3.9.1) (Дополнительная информация по ДОК ИКАО приводится на веб-сайте ICAOMRTD).

Машиносчитываемый паспорт. Начиная с 1 апреля 2010 года государства обязаны выдавать только машиносчитываемые паспорта (МСП). Приводимые в части 1 "Машиносчитываемые паспорта" документа Дос 9303 "Машиносчитываемые проездные документы" технические требования являются глобальным стандартом. У машиносчитываемых паспортов (МСП) имеется высокая степень защиты документа. Они интероперабельны в глобальном масштабе. Такие паспорта обеспечивают владельцам дополнительную защиту от кражи удостоверений личности. В настоящее время МСП выпускаются в 175 странах, поскольку они рассматривают МСП как необходимый инструмент для упрощения оформления пассажиров и повышения авиационной безопасности. По этой причине Стандарт 3.10 требует от всех Договаривающихся государств приступить к выпуску МСП, отвечающих техническим требованиям части документа Дос 9303 не позднее 1 апреля 2010 года (Стандарт 3.10).

Однако следует иметь в виду, что данное положение не препятствует выдаче государствами паспортов, не являющихся машиносчитываемыми, или временных проездных документов с ограниченным сроком действия в экстренных случаях (например, когда владелец теряет свой паспорт, и ему необходим проездной документ для возвращения домой).

С учетом тех государств, которые выдавали паспорта со сроком действия 10 лет, в Приложении 9 также содержится положение "о заходе солнца", предусматривающее, чтобы срок действия всех паспортов, не являющихся машиносчитываемыми, истекал до 24 ноября 2015 года (Стандарт 3.10.1). Поскольку в настоящее время большой процент государств выдает МСП, существует вероятность того, что владельцам паспортов, не являющихся машиносчитываемыми, будет все труднее совершать международные поездки после 2015 года. Например, в некоторых частях мира владельцам МСП предоставляются более широкие возможности совершать поездки без виз. Владельцу МСП гарантируется более быстрое оформление на контрольных пунктах пограничного контроля благодаря использованию считывающих устройств для паспортов и возрастающему привыканию к МСП сотрудников пограничного контроля. Более того, так как паспорта, не являющиеся машиносчитываемыми, более подвержены подделкам, такие паспорта будут более тщательно проверяться, а их владельцы будут все чаще подвергаться повторным проверкам, что значительно задержит их въезд в государство назначения.

Технические требования к *паспортам, не являющимся машиносчитываемыми*. Некоторые государства, возможно, не приступили к выдаче машиносчитываемых паспортов. В отношении этих государств Стандартом 3.12 предусмотрено, чтобы данные о личности и выдаче документа и формат страницы данных соответствовали техническим требованиям, указанным в части 1 документа Дос 9303. Это положение также требует, чтобы машиносчитываемая зона заполнялась, например, фразой "настоящий паспорт не является машиносчитываемым" или прочими данными, препятствующими мошенническому нанесению машиносчитываемых знаков (Стандарт 3.12). Указанные требования

применяются ко всем паспортам независимо от того, выдаются ли они в машиночитываемом формате или нет. В некоторых обстоятельствах выдаются паспорта, не являющиеся машиночитываемыми, например, консульства за рубежом могут быть не оснащены оборудованием для выдачи машиночитываемых паспортов гражданам, обратившемуся за паспортом в экстренном случае (Стандарт 3.10, примечание).

В интересах интероперабельности, которая гарантирует широкое признание паспортов, выдаваемых тем или иным государством, все паспорта следует выпускать в соответствии с техническими требованиями, указанными в части 1 документа Doc 9303. Этот документ постоянно обновляется в целях предоставления государствам технической информации о содержании и средствах защиты паспортов независимо от того, является ли они машиночитываемыми или нет.

Срок действия паспортов. Длительный процесс и расходы, связанные с получением документов, удостоверяющих личность, или необходимость частого обновления таких документов не стимулируют поездки, особенно воздушным транспортом, при уведомлении за относительно короткий срок. Более того, пассажиры, обладающие несколькими визами, срок действия которых истекает по окончании срока действия паспорта, страдают от дополнительных неудобств, поскольку в этом случае им необходимо брать в поездки два паспорта: старый паспорт с действующими визами и новый паспорт.

С учетом естественного износа паспорта в течение срока его службы в Приложении 9 рекомендуется, чтобы срок его действия не превышал 10 лет. По истечении нескольких лет документы изнашиваются от использования, что создает трудности для считывания машиночитываемой зоны или данных из других зон, что нарушает целостность документа или его страниц и делает его частично непригодным.

Список литературы

1. ICAO Doc 7300 - *Convention on International Civil Aviation*, Ninth Edition 2006, International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada. http://aviadocs.com/icaodocs/Docs/7300_cons.pdf

2. ICAO Doc 9957. *Руководство по упрощению формальностей*. Издание первое – 2011, International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.

3. ICAO Doc 9303. Седьмое издание, 2015. *Машиночитываемые проездные документы. Часть 2. Спецификации, касающиеся безопасности разработки, изготовления и выдачи МСПД*. International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada.



Наша адреса:
Національний авіаційний університет
проспект Космонавта Комарова, 1, кім. 1.238
03058, Київ-058,
тел.: (044) 406-71-56
факс: (044) 406-79-21
e-mail: avia@nau.edu.ua
<http://avia.nau.edu.ua>